

TAIANA POLLI

**O ISOLAMENTO ACÚSTICO COMPARADO AOS
INVESTIMENTOS FINANCEIROS EM EDÍFÍCIOS
MULTIFAMILIARES DE FLORIANÓPOLIS**

**Florianópolis – SC
2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

Taiana Polli

**O ISOLAMENTO ACÚSTICO COMPARADO AOS INVESTIMENTOS
FINANCEIROS EM EDÍFÍCIOS MULTIFAMILIARES DE FLORIANÓPOLIS**

Dissertação de Mestrado

**Florianópolis
2007**

TAIANA POLLI

**O ISOLAMENTO ACÚSTICO COMPARADO AOS INVESTIMENTOS
FINANCEIROS EM EDÍFÍCIOS MULTIFAMILIARES DE FLORIANÓPOLIS**

**Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da
Universidade Federal de Santa
Catarina para obtenção do título
de Mestre em Arquitetura e
Urbanismo.**

ORIENTADORA: ELVIRA B. VIVEIROS

**Florianópolis – Santa Catarina – Brasil
2007**

O ISOLAMENTO ACÚSTICO COMPARADO AOS INVESTIMENTOS FINANCEIROS EM EDÍFÍCIOS MULTIFAMILIARES DE FLORIANÓPOLIS

Esta dissertação foi julgada para obtenção do grau de

Mestre em Arquitetura e Urbanismo

e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, agosto de 2007.

Coordenadora do Curso: Prof^a. Dra. Alina Gonçalves Santiago

Orientadora/ Moderadora: Prof^a. Elvira Barros Viveiros, Dr. Eng.

Banca Examinadora

Prof^a. Dinara Xavier Paixão, Dr. Eng. (UFSM)

Prof. Roberto de Oliveira, PhD. (UFSC)

Prof. Dr. Norberto Hochheim, (UFSC)

Agradecimentos

Aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina, que souberam formar, ensinar, mas acima de tudo incentivar a pesquisa e o estudo, em especial a professora Elvira;

Aos funcionários desta instituição, em particular a Ivonete;

Aos colegas e amigos que fiz durante o período do mestrado que me apoiaram, incentivaram e se disponibilizaram a ajudar quando foi necessário, em especial à Thais e a Beth;

Aos bolsistas que participaram desta pesquisa, obrigada pela boa-vontade e colaboração;

Aos profissionais e empresas que contribuíram com este trabalho, fornecendo dados que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa;

A minha madrinha e minha avó, pela estadia sempre que tive que ficar em Florianópolis, mas principalmente pelo cuidado e atenção;

Ao meu irmão, por proporcionar diversos momentos de descontração durante este período;

A minha irmã pela ajuda na correção do trabalho, pelo incentivo, carinho e por ter ficado a frente do escritório sempre que tive que me ausentar, obrigada Ju!;

Ao meu pai, pelos conselhos e paciência em me ajudar com os cálculos!;

Em especial agradeço a minha mãe, que nunca desistiu nem me deixou desistir, obrigada pelo apoio, incentivo incessante, essa dissertação também é sua!

***“Eu trabalhei tanto e tão bem
quanto pude, e ninguém pode
fazer mais do que isso.”***

Charles Darwin

SUMÁRIO

RESUMO ABSTRACT

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO	10
1.1 Justificativa	11
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Metodologia	13
1.4 Limitações da Pesquisa	14
1.5 Estrutura da Dissertação	15
Capítulo 2 - HABITAÇÃO E O MERCADO IMOBILIÁRIO.....	17
2.1 Panorama Histórico da Habitação como Produto	18
2.2 A Produção Habitacional e a Segmentação de Mercado	22
2.2.1 Segmentação do espaço através da localização	25
2.2.2 Atributos habitacionais	27
2.3 Considerações	30
Capítulo 3 - ISOLAMENTO SONORO	31
3.1 Transmissão e Isolamento Sonoro	31
3.1.1 Índice de redução sonora.....	33
3.1.2 Isolamento em parede simples	34
3.1.3 Isolamento em paredes vibrantes	36
3.1.4 Isolamento de salas	37
3.2 Normas Técnicas sobre Isolamento	39
3.3 Legislações	42
3.4 Defeitos de Isolamento e o Mercado Imobiliário	43
3.5 Considerações	45
Capítulo 4 – METODOLOGIA	46

4.1 Área de Abrangência da Pesquisa	47
4.2 Padrões de Acabamento	48
4.3 Seleção da Amostra	51
4.4 Seleção dos Atributos	53
4.5 Coleta de Dados	55
4.5.1 Levantamento das plantas-baixas	55
4.5.2 Levantamento dos atributos	56
4.5.3 Levantamento fotográfico	56
4.6 Organização dos Dados Coletados	57
 Capítulo 5 – RESULTADOS	 61
5.1 Introdução	62
5.2 Resultado Geral de Atributos.....	62
5.2.1 Atributos de caracterização	64
5.2.2 Atributos de investimento	65
5.3 Predição de Isolamento por Diferentes Métodos.....	68
5.3.1 Método numérico.....	68
5.3.2 Método analítico	70
5.3.3 Validação dos métodos de predição	71
5.3.4 Propriedades dos materiais	72
5.3.5 Geometria	73
5.4 Resultados das Predições	74
5.5 Comparação entre IPA e Isolamento Sonoro	76
5.6 Isolamento Frente às Normas Internacionais	78
5.7 Considerações Finais	79
5.8 Recomendações para Trabalhos Futuros	81
 REFERÊNCIAS	 82
APÊNDICE	

RESUMO

A moradia tornou-se um produto a ser vendido e comprado e, por isso, sujeito às leis de mercado. Desse modo, os construtores procuram reduzir custos e otimizar a aplicação de recursos financeiros, concentrando os investimentos em atributos valorizados pelo público alvo. Como o mercado imobiliário é heterogêneo, há edificações com diferentes níveis de investimento e, conseqüentemente, com variados preços de venda. É esperado, portanto, que edificações de maior valor sejam, de maneira geral, melhores que outras de preço mais baixo. Este trabalho apresenta o levantamento de atributos de apartamentos de diferentes categorias do mercado imobiliário de Florianópolis, SC, e investiga suas correlações com o custo final do imóvel. O estudo mostrou que quando se trata de isolamento sonoro o parâmetro parece ser independente do nível de investimento na edificação. Além de constante, o índice é igualmente baixo em todas as categorias de imóveis, sendo, em média, de 38,7 dB, o que é em torno de 15 dB inferior ao que estabelecem normas européias.

Palavras-chaves: mercado imobiliário, isolamento sonoro, desempenho de edificações, conforto acústico.

ABSTRACT

The dwelling became a product to be sold and bought and, therefore, submitted to the market-law. In this way, the builders tendency is to look for cost reduction and financial resources optimization, putting effort in attributes that are appealing to the public. Real estate itself is a heterogeneous medium, leading to buildings of different investment levels. In consequence, there is a large dynamic range of final costs. In general terms, it is expected that the more expensive the flat the better it gets. This research presents the result of a survey, carried out in Florianópolis, southern of Brazil, of the attributes of residences of different categories that are found in the market and investigates the correlation to their selling price. It is shown that as far as sound insulation is concerned the parameter seems to be independent from the level of financial investments of the building. Besides being constant along different categories, an average of 38.7 dB was found, which is low compared to Europeans standards that demands values 15 dB higher than what is normally being provided in Brazil.

Key-words: real estate, sound insulation, building performance, acoustics comfort.

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

1.2.2 Objetivos específicos

1.3 Metodologia

1.4 Limitações da Pesquisa

1.5 Estrutura da Dissertação

A construção civil vem sofrendo um processo de profissionalização, que tem proporcionado o aperfeiçoamento das técnicas produtivas e gerenciais como alternativas para a redução dos custos de construção.

Estas técnicas permitem que os investimentos sejam focados em elementos que auxiliem a promoção e venda dos imóveis, dentro do que os consumidores consideram como atributos de valor. Entretanto, a melhoria de alguns aspectos pode acontecer em detrimento de outros.

Como será visto ao longo do trabalho, as queixas a respeito das condições de isolamento dos edifícios multifamiliares no Brasil são inúmeras. O barulho advindo das tubulações hidrossanitárias em uso, de passos e de aparelhos eletrônicos como televisores e telefones, além da voz humana, são exemplos de ruídos gerados na própria edificação. Além de ser um incômodo a quem escuta, impõe a perda de privacidade a quem sofre a exposição.

Além desses, existem os ruídos externos, produzidos pelo trânsito de automóveis, obras e outras atividades tais como bares e boates. Qualquer que seja a fonte, sons

indesejados atingem grande parcela da população moradora em edifícios multifamiliares, de maneira indiscriminada.

Assim, mesmo que o consumidor esteja disposto a pagar mais por uma edificação que lhe propicie melhor desempenho acústico dificilmente encontrará no mercado algum apartamento que atenda sua necessidade.

A percepção dessa situação foi a motivação inicial do trabalho, e a partir da qual foi construída a hipótese de que o desempenho do isolamento sonoro não é influenciado pelo aumento do investimento feito em edificações multifamiliares. Assim, a aplicação de uma maior quantidade de capital na construção, que propicie a execução de melhorias em diversos atributos da edificação, elevando seu padrão habitacional, não implica na melhoria do isolamento acústico, ao contrário, ele é igualmente insuficiente em qualquer prédio.

1.1 Justificativa

A construção civil no Brasil representa 8% do produto interno bruto (PIB) nacional constituindo-se um setor economicamente expressivo e estrategicamente importante para o desenvolvimento do país. Essa condição está ligada mais à quantidade de construções executadas do que propriamente à qualidade das mesmas. (BRASIL, 2004)

Ao se observar a forma de se construir no Brasil, principalmente quando comparada aos países mais desenvolvidos, verifica-se, a grande quantidade de construções irregulares, a baixa qualificação da mão-de-obra e o uso de materiais não padronizados, o que ocasiona, em última análise, construções com baixa qualidade,

mas que devido ao déficit habitacional do país são absorvidas regularmente pelos consumidores.

Embora haja uma demanda não suprida por habitações, restrições de ordem sócio-econômicas, como os altos juros bancários, tolhem o acesso ao crédito, tanto para o mercado consumidor, como para o produtor. Este panorama contribui para mudanças no sistema de decisão adotado pelos investidores. Se antes elas eram tomadas com base apenas no preço possível de ser praticado, conforme declara Lima Jr. (1998), outros parâmetros passam a guiá-las.

Sendo um produto, a habitação, passa a ter atributos tais como: custo, função, vida útil, qualidade, eficiência e desempenho. As empresas então, tentam aproximar seu produto dos desejos do público alvo, investindo pontualmente em elementos atrativos ao mercado consumidor. (MONTEIRO; OLIVEIRA, 2004)

Quanto maior as exigências da demanda, maiores são os investimentos requeridos, que deveriam, em geral, resultar em melhores edificações, considerando que os elementos ligados à solidez, segurança e estabilidade da construção são plenamente atendidos.

O isolamento acústico, entretanto, é um atributo que não aparece à vista do consumidor, embora sua falta seja amplamente sentida durante o período de pós-ocupação. Esta condição, quase sempre, o relega à posições secundárias dentro das prioridades da construtora.

Traçando um paralelo entre os investimentos feitos nos apartamentos, em atributos considerados importantes para a venda e o desempenho do isolamento acústico,

será possível averiguar se a aplicação de maiores recursos nas edificações como um todo, implicam em melhores desempenhos quanto ao isolamento sonoro.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Verificar se o aumento dos investimentos feitos na construção de um prédio, visando a melhoria da edificação como um todo, gera influência no desempenho do isolamento sonoro das vedações internas dos apartamentos.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Definir critérios para classificação das edificações conforme o nível de investimento realizado;
- b) Identificar atributos que auxiliam os esforços de venda e por isso tendem a receber mais investimentos;
- c) Selecionar edificações representativas de diversos níveis de investimento;
- d) Determinar o desempenho do isolamento sonoro entre ambientes de um apartamento das edificações selecionadas;
- e) Comparar o desempenho do isolamento sonoro com atributos da construção que sofreram influencia do aumento do investimento.

1.3 Metodologia

Esta pesquisa correlaciona conceitos específicos da área de acústica a outros pertinentes à área de mercado imobiliário, qualidade de construção e projeto, perpassando distintos campos de conhecimento.

O trabalho inicia com a revisão da bibliografia a respeito do mercado imobiliário: demanda e oferta, valor percebido pelo cliente, segmentação mercadológica, atributos de venda e satisfação do consumidor. Segue, averiguando os principais conceitos pertinentes ao estudo do isolamento sonoro, assim como, as normas e legislações que o orientam.

A definição dos principais parâmetros do trabalho é essencial para a elaboração da pesquisa de campo: levantamento da população, seleção da amostra e coleta de dados. A coleta de dados é composta de três fases: levantamento das plantas baixas dos prédios, levantamento dos atributos existentes em cada edificação através de uma pesquisa junto às construtoras, e o levantamento fotográfico das mesmas. A última etapa do trabalho é referente à predição do isolamento sonoro através de dois métodos, um analítico e outro numérico.

1.4 Limitações da Pesquisa

A pesquisa trabalha com o isolamento sonoro entre duas salas em edificações multifamiliares, usando como parâmetro para a determinação do isolamento o Índice de Redução Sonora (R), de acordo com os procedimentos estabelecidos pela EN 12354:2000.

Esta norma considera, além do isolamento proporcionado pela parede divisória, as contribuições marginais que ocorrem através das demais paredes e lajes, também denominadas transmissões laterais.

Como poderá ser visto ao longo do trabalho, embora seja necessário o levantamento de dados sobre as lajes de demais paredes, o foco do trabalho está na composição

da parede divisória. Os demais elementos que compõem as vedações dos apartamentos serão tratados de maneira secundária.

É importante ressaltar que esta pesquisa não irá tratar de isolamento de fachadas, isolamento quanto ao ruído de impacto ou originado de vibrações das tubulações, restringindo-se apenas aos ruídos aéreos.

1.5 Estrutura da Dissertação

A pesquisa está dividida em duas etapas distintas, cada qual abrangendo dois capítulos.

A primeira etapa apresenta a revisão bibliográfica dos assuntos tratados no trabalho. O capítulo 2 se dedica a embasar as questões relativas à habitação, suas raízes históricas e os motivos que levaram a habitação a ser um produto. Em seguida são comentadas algumas questões em relação à segmentação do mercado, o uso do atributo localização como instrumento de segmentação e finalmente são expostos os principais atributos valorizados pelo mercado consumidor no momento da compra do imóvel.

O capítulo 3 está voltado as questões envolvendo a teoria de isolamento sonoro apresentando seus principais conceitos. O capítulo também aborda as normas técnicas e legislações pertinentes ao assunto. Por fim são comentados alguns dados levantados em relação a satisfação dos moradores no período de pós ocupação do imóvel em relação ao conforto acústico.

A segunda etapa da pesquisa se dedica a apresentação dos métodos usados na pesquisa e dos resultados obtidos. O capítulo 4 está voltado à apresentação da

metodologia de trabalho, as várias etapas nas quais este trabalho foi desenvolvido e como foi feita a organização dos dados coletados.

O capítulo 5 por fim apresenta os resultados explicando os métodos usados para o cálculo do isolamento sonoro. Também é apresentado o método criado para possibilitar a comparação entre investimento e o isolamento sonoro.

Capítulo 2

HABITAÇÃO E O MERCADO IMOBILIÁRIO

2.1 Panorama Histórico da Habitação como Produto

2.2 A Produção Habitacional e a Segmentação de Mercado

2.2.1 Segmentação do espaço através da localização

2.2.2 Atributos habitacionais

2.3 Considerações

A maneira de habitar deu-se de muitas formas ao longo da história, entretanto, a habitação nunca deixou de cumprir três funções básicas: abrigo, acesso e ocupação (MONTEIRO; OLIVEIRA, 2004).

O abrigo é sua função primordial, protegendo o homem das intempéries e ameaças externas, como animais, guerras e, nos dias de hoje, da violência urbana. A facilidade do usuário em dispor dos serviços, da infra-estrutura urbana e de outras atividades, está relacionada à dimensão do acesso. Por sua vez, a ocupação trata do sentido de posse em relação à habitação, ou seja, é a noção de apropriação daquele espaço como sendo seu.

De uma forma ou de outra, a habitação sempre está relacionada a essas dimensões, mas o modo como essa relação se desenvolve pode mudar, acompanhando a evolução da sociedade. Barbosa, Meyer e Haddad (2001) comentam que as transformações que ocorrem nas esferas econômicas, produtivas e tecnológicas estão sempre associadas às alterações na esfera urbana.

A partir dessas considerações, esse capítulo apresenta uma breve revisão da história da habitação, detectando algumas condições que a transformaram em um

produto comercializável. Uma vez situada historicamente, é feita a análise do produto habitacional sob seu aspecto mercadológico, diante das preferências do consumidor.

2.1 Panorama Histórico da Habitação como Produto

Roma foi uma das primeiras grandes cidades da história, sede de vasto império, que influenciou a urbanização das regiões conquistadas através da implantação de uma série de elementos de infra-estrutura, tais como pontes, estradas e aquedutos. As terras estavam na mão do estado que as distribuía aos patrícios, ou seja, a classe dominante, restringindo o acesso à propriedade a determinada parcela da população. Esta condição sujeitava as camadas mais pobres a alugueis altíssimos cobrados por empresários que especulavam no mercado. (BENÉVOLO, 1993; MUMFORD, 1998)

Com a queda do Império Romano e o triunfo do cristianismo, as grandes cidades do chamado mundo antigo caem e os habitantes se dispersam pelo campo, agrupando-se em pequenas concentrações de pessoas, iniciando o que mais tarde se chamaria de feudalismo. Durante a evolução desse sistema, os mosteiros, passam a influenciar a vida urbana diretamente, sendo centro de atração da cidade e atuando como interventor na vida cotidiana da população. Nesse período, a terra e tudo o que nela se encontrava eram de propriedade do templo. (MUMFORD, 1998)

Após o declínio do feudalismo, com o surgimento dos regimes absolutistas, a dinâmica das terras novamente se altera e a propriedade privada surge na forma de dotação de presentes de governantes absolutos a outros nobres. Paralelamente, a comercialização dos excedentes produzidos nos feudos fez ressurgir as atividades

comerciais, ocasionando o nascimento de uma nova classe chamada de burguesa.

Durante todo o período absolutista, a burguesia se fortalece, tornando-se a classe economicamente dominante e promovendo, aos poucos, uma série de transformações na sociedade. As ações eram focadas na tomada do poder político, objetivo alcançado com o sucesso das chamadas “revoluções burguesas”, dentre as quais se destacam, a Revolução Francesa, a Independência dos Estados Unidos e a Revolução Industrial.

A Revolução Industrial foi o evento que determinou as relações urbanas como conhecidas hoje. Conforme descrito por Bresser - Pereira (1977), o modo de produção capitalista apresentou-se em sua mais pura forma na Inglaterra, na França e nos Estados Unidos do século XIX. O autor ressalta que o capitalismo provocou uma “generalização da mercadoria, ou seja, a transformação de todos os bens em mercadoria com valor de troca”.

Quando os bens adquirem valor de troca, criam-se as condições necessárias ao surgimento das chamadas leis de mercado, onde demanda e oferta passam a regular os valores as quais as mercadorias são vendidas e compradas.

O desenvolvimento técnico científico no período trouxe às cidades transformações como nunca antes vistas. Segundo Benévolo (1993), Londres é uma dos primeiros locais a sentir seus impactos. O aumento da qualidade de vida e as facilidades urbanas são um atrativo às pessoas deixarem o campo na busca de melhores oportunidades. No entanto, as opções oferecidas nos novos centros nem sempre eram aquelas esperadas pelos migrantes. A qualidade das moradias encontradas era precária, e famílias inteiras amontoavam-se nos quartos dos cortiços próximos

às fábricas.

As difíceis condições de vida as quais as classes mais baixas eram submetidas e a generalizada insalubridade, predominante em certas áreas da cidade, tornaram-se intoleráveis, comprometendo, inclusive, o ambiente em que viviam todas as demais classes. MUMFORD (1998) diz que “[...] tanto nos novos como nos velhos bairros, chegou-se a um máximo de imundície e sujeira que nem a mais degradada cabana de um servo teria alcançado na Europa medieval”.

A situação era agravada pela indiferença do Estado que, influenciado pelo liberalismo de Adam Smith, não intervinha diretamente no processo de urbanização, acreditando que a cidade se auto regularia. Porém, em certo momento, percebeu-se que alguns serviços não podiam ficar por conta da iniciativa privada e que seria inevitável a interferência governamental. Assim, a coleta de detritos e o abastecimento de água potável, por exemplo, passaram, a ter caráter público. (MUMFORD, 1998; BENÉVOLO, 1993)

Nessa época, o Estado passou a vender terras a fim de saldar suas dívidas e a iniciativa privada, ávida por investir no mercado imobiliário, tornou-se proprietária da maior parcela de solo da cidade. Desse ponto em diante, o desenvolvimento das cidades e as relações de posse da terra são consolidadas da forma como conhecidas hoje. (BENÉVOLO, 1993)

Muitas características da urbanização europeia foram trazidas para a América colonial, na intenção de implantar o ideal urbano europeu, não alcançado lá, transformando as cidades coloniais em cópias melhoradas das originais européias. (MUMFORD, 1998)

No Brasil, particularmente, até o século XVIII não havia valorização territorial, pois as riquezas não eram aqui acumuladas, mas sim transferidas para a Europa. Sem valor, a terra era distribuída a quem a quisesse. (PEREIRA, 1998)

Na metade do século XIX, com a promulgação da Lei das Terras¹, o mercado imobiliário é legitimado, transformando a terra em mercadoria, “nas mãos dos que já detinham as cartas de sesmarias [...] e da própria Coroa, [...] que a partir de então passava a realizar leilões para a sua venda.” (no prelo) ²

Essa lei não alterou as condições da propriedade territorial, mas legitimou muito dos direitos adquiridos. A regulamentação em si não era visada, mas a interferência na política migratória, impondo a compra da terra como única maneira de adquiri-la. A partir daí, ela torna-se sujeita ao capital e o acesso à propriedade é limitado a quem tivesse condições financeiras de comprá-la. Logo, a maior expressão de riqueza de uma pessoa passa a ser medida pela quantidade de terras que possui. (PEREIRA, 1998)

Ainda, segundo Pereira (1998), a abolição da escravatura e a vinda dos imigrantes europeus proporcionam o surgimento de uma nova figura no Brasil, o trabalhador assalariado. Na verdade, ele era vital para a dinâmica urbana, assim como para o desenvolvimento do mercado imobiliário, uma vez que era necessário ter dinheiro para poder adquirir ou alugar imóveis. Como os salários pagos à maioria, na época, não forneciam condições suficientes para a compra da habitação própria, a saída para o crescente proletário era a locação.

A demanda por habitações de aluguel faz surgir os primeiros cortiços, que

¹ Lei de nº 601 de 18 de setembro de 1850 (PEREIRA, 1998)

² FERREIRA, João Sette Whitaker. A cidade para poucos: história da propriedade privada no Brasil.

abrigariam as camadas mais pobres da população. Já a classe média alojava-se em casas de aluguel e a alta burguesia, por sua vez, ocupava os palacetes que reproduziam a arquitetura européia. (VERÍSSIMO; BITTAR, 1999)

Observa-se que as condições financeiras de cada família, já naquela época, determinavam sua localização urbana. Segundo Pereira (1998), cada classe ocupava diferentes lugares dentro da cidade. Os trabalhadores valorizavam regiões próximas ao trabalho, evitando gastos maiores com deslocamentos, enquanto o centro, região mais nobre, agregava a alta burguesia. Ferreira afirma que a presença de infra-estrutura urbana, a proximidade com portos e ferrovias, a facilidade de acesso e as vistas privilegiadas dividiam espacialmente a urbe, locando cada classe social em áreas específicas, de acordo com sua necessidade particular e disposição financeira. (no prelo) ³

A partir de então, a renda sempre esteve ligada à ocupação do espaço urbano e a qualidade da habitação. Um fato que se reflete de maneira mais intensa na população de baixa renda, pois possuem um acesso limitado à propriedade e aos recursos construtivos. (BRASIL, 2004)

2.2 A Produção Habitacional e a Segmentação de Mercado

O produto habitacional é um bem de consumo durável ou de investimento. Conforme explicam Jobim e Formoso (2005), a produção habitacional tem sua demanda fortemente vinculada aos níveis de renda e emprego da população e à existência de fontes de financiamento.

Níveis de juros acessíveis e facilidade de crédito, tanto para construtores como para

³ FERREIRA, João Sette Whitaker. A cidade para poucos: história da propriedade privada no Brasil.

consumidores são vitais para a dinâmica do mercado. No Brasil, as altas taxas de juros impedem o pleno desenvolvimento dos empreendimentos imobiliários⁴ da mesma forma que dificultam a aquisição da moradia por parte da população. (BRASIL, 200-; GIGLIO, 2000; PASCALE, 2005).

Estas dificuldades fazem da compra de um imóvel uma decisão de risco e, por isso, são avaliadas pelos compradores de forma cuidadosa, a partir do seu custo/benefício. Como no sistema capitalista, toda mercadoria possui valor de troca, uma das tendências do mercado imobiliário está no condicionamento do projeto frente ao valor percebido pelo usuário, que tende a pagar mais por aspectos que na sua visão particular, são mais importantes ou necessários que outros. (PANDOLFO, 2001).

O mercado imobiliário apresenta grande variação quanto às preferências do consumidor, o que torna impossível tratá-lo igualmente. A tendência natural é, portanto, trabalhar com segmentos, pequenas fatias de mercado possíveis de serem caracterizadas por possuírem alguma similaridade entre seus componentes. (SCHIFMAN e KANUK apud LOPES, 2004).

Segundo Alencar (2000), a segmentação permite um conhecimento mais profundo do mercado consumidor, posicionando os produtos frente às necessidades dos grupos segmentados. Seguindo o mesmo raciocínio, Fernandez e Hochheim (2001) comentam que, além do ajuste do produto em relação aos desejos da demanda, a segmentação também proporciona oportunidades para exploração comercial de

⁴A produção habitacional, tema dessa pesquisa, será sempre aquela que visa à venda ao consumidor final, dito empreendimento imobiliário. Já os que visam à exploração de um bem de raiz, como shopping centers, hotéis ou edifícios para locação são dito de base imobiliária. (LIMA Jr., 1998)

nichos de mercados não atendidos.

Quando os produtos encontram-se alinhados aos desejos do público alvo, explica Pascale (2005), a formação de vantagens competitivas é facilitada, pois permite oferecer um pacote de valor compatível com as expectativas do mercado.

A segmentação de mercado pode ser feita baseada em alguns critérios. Kotler (1998) distingue quatro grupos de variáveis que podem ser utilizadas, sozinhas ou combinadas, na identificação dos grupos homogêneos, também chamados de *clusters*, a saber: [a] Geográficas: região, população local, concentração e clima; [b] Demográficas: idade, sexo, renda, profissão, grau de instrução, religião, raça e nacionalidade; [c] Psicográficas: estilo de vida, personalidade, etc.; [d] Comportamentais: benefícios procurados, condição do usuário, lealdade, sensibilidade ao fator *marketing*.

Em relação ao mercado habitacional, foco desta pesquisa, Giglio (2002) propõe divisões pelo tipo de produto desejado, como números de quartos, por exemplo, ou pela região buscada, já que algumas áreas são mais valorizadas que outras.

O uso de componentes geográficas para segmentação de mercado, voltado ao ramo imobiliário, é muito comum, pois dentro da cidade, grupos homogêneos tendem a se reunir em áreas específicas, gerando segmentos exclusivos. Por isso, a localização é considerada um instrumento natural de segmentação do mercado, sendo comumente utilizada. (ALENCAR, 2000; PASCALE, 2005)

2.2.1 Segmentação do espaço através da localização

Cada local dentro da cidade apresenta uma série de atributos únicos, conferindo características singulares àquele espaço e às edificações ali construídas, tornando-as exclusivas de acordo com aspectos de infra-estrutura, vizinhança e acessibilidade.

Os atributos existentes na malha da cidade são apreciados de formas diferentes pelas pessoas, que valorizam certas regiões mais que outras. Segundo Pascale (2005), existe uma série de atributos que qualificam o espaço da cidade e, quanto maior a qualificação da área, maior será o valor dado pelo mercado àquela região. O desequilíbrio na qualidade dessas características é uma das explicações da distinção de preços entre edifícios similares, em diferentes localizações.

O trabalho de Pascale (2005), realizado na cidade de São Paulo, confere pesos aos atributos de valor do espaço, distribuídos em cinco categorias. Alguns aspectos de sua classificação estão apresentados na tabela 2.1. Os resultados finais da pesquisa mostram que o grupo de atributos relativos à infra-estrutura urbana e aspectos sócio-econômicos são os mais importantes na análise do mercado.

Quanto melhor a qualificação do solo, maior será o preço dos terrenos, influenciados pela quantidade e qualidade de atributos presentes no local. O preço, então, atua como agente de distribuição espacial das classes sociais pela cidade, assim como o comércio, serviços e indústrias, agrupando pessoas com valores, necessidades e orçamentos semelhantes. (PASCALE, 2005)

Alencar (2000) compartilha da mesma opinião ao afirmar que o consumidor analisa uma determinada localização através da acessibilidade aos serviços urbanos e nível

de renda da região, buscando uma situação melhor ou equivalente a sua.

Tabela 2.1 – Grupos de atributos qualificadores de uma região

GRUPOS DE ATRIBUTOS	EXEMPLOS DE ATRIBUTOS USADOS NA PESQUISA
QUALIDADE AMBIENTAL	Proximidade de parques (áreas verdes)
	Local com níveis de poluição do ar aceitáveis
	Região com conjunto arquitetônico expressivo (projetos de arquitetos reconhecidos)
	Local tranqüilo quanto ao nível de ruídos (poluição sonora)
ACESSIBILIDADE, SISTEMA VIÁRIO E DE TRANSPORTES	Proximidade de estações de metrô
	Bom dimensionamento das ruas e avenidas da região (região com baixos níveis de congestionamento de tráfego)
	Facilidade de circular de bicicleta (meio de transporte alternativo)
	Facilidade de estacionar na região
COMÉRCIO E SERVIÇOS	Proximidade de agências bancárias
	Proximidade de padarias e/ou mini-mercados
	Proximidade de cinemas e/ou teatros
	Proximidade de postos de gasolina
INFRA-ESTRUTURA URBANA	Local servido por rede água potável
	Local servido por rede telefônica
	Local servido por sistema de coleta de lixo e limpeza pública
	Local dotado de mobiliário urbano (lixeiras, caixas de correios, telefones públicos, pontos de ônibus cobertos, etc.)
ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	Local próximo à bairros valorizados
	Bairro com identidade histórica
	Nível sócio-econômico da região (<i>status</i> da vizinhança)
	Local distante de favelas

Fonte: Pascale, 2005

Assim, a localização também é um dos principais fatores que influenciam a decisão de escolha da habitação. Dessa maneira, os consumidores buscam locais que reflitam seus valores e estão dispostos a pagar mais pela mesma casa se ela estiver em regiões mais valorizadas de acordo com seus conceitos. (EMRATH, 2002)

A dinâmica da cidade, porém, pode levar à valorização ou desvalorização de determinadas localizações pela ação tanto de agentes governamentais, como da iniciativa privada. Alguns tipos de investimento podem valorizar áreas antes

indesejáveis, assim como outras podem ser facilmente degradadas e perderem seu valor. (PASCALE, 2005)

Quando uma localização desvaloriza, a classe que ali habita deixa a área, abrindo caminho para a instalação de uma nova classe social, inferior, no mesmo local. É essa mobilidade residencial que, de acordo com Freitas e Heineck (2003), influencia no desenvolvimento dos centros urbanos. Esse mecanismo garante o desenvolvimento da cidade num contínuo processo de valorização e desvalorização do solo, ocasionando a mudança das pessoas de locais e provocando o desenvolvimento de novas áreas.

2.2.2 Atributos habitacionais

Além da localização, outros fatores influenciam a avaliação do consumidor. Para ele, o preço deve ser equivalente às vantagens que o produto pode lhe proporcionar. O produto habitacional, então, terá maior qualidade quanto mais atributos desejados pelos compradores forem oferecidos, tais como localização, vizinhança, acessibilidade, desenho, dimensões e qualidade intrínseca dos materiais e acabamentos. (DANTAS, 2000)

Há atributos que são decisivos para a compra do produto e sem os quais o consumidor não realizará a transação. Eles são insubstituíveis, não havendo outro que possa compensar sua ausência ou fraqueza. Já há outros aspectos, chamados de classificadores, que embora sejam importantes, não interferem na compra, sendo muitas vezes, compensados pela força dos demais itens. Existe, ainda, um terceiro grupo, chamado de atributos básicos, os quais o consumidor espera ver em qualquer produto. (MEYER; HADDAD, 2001; MacMILLAN; McGRATH, apud LOPES,

2004).

Muitas pesquisas sobre a preferência dos consumidores se utilizam desse tipo de hierarquização. A pesquisa de Fernandez, realizada durante o Salão do Imóvel em Florianópolis, de 2001 a 2005, por exemplo, usou essa diferenciação, buscando identificar os atributos imprescindíveis, desejáveis e indiferentes na compra de apartamentos na cidade. O Gráfico 2.1 ilustra o valor dado pelos consumidores aos itens pesquisados. (entrevista pessoal) ⁵

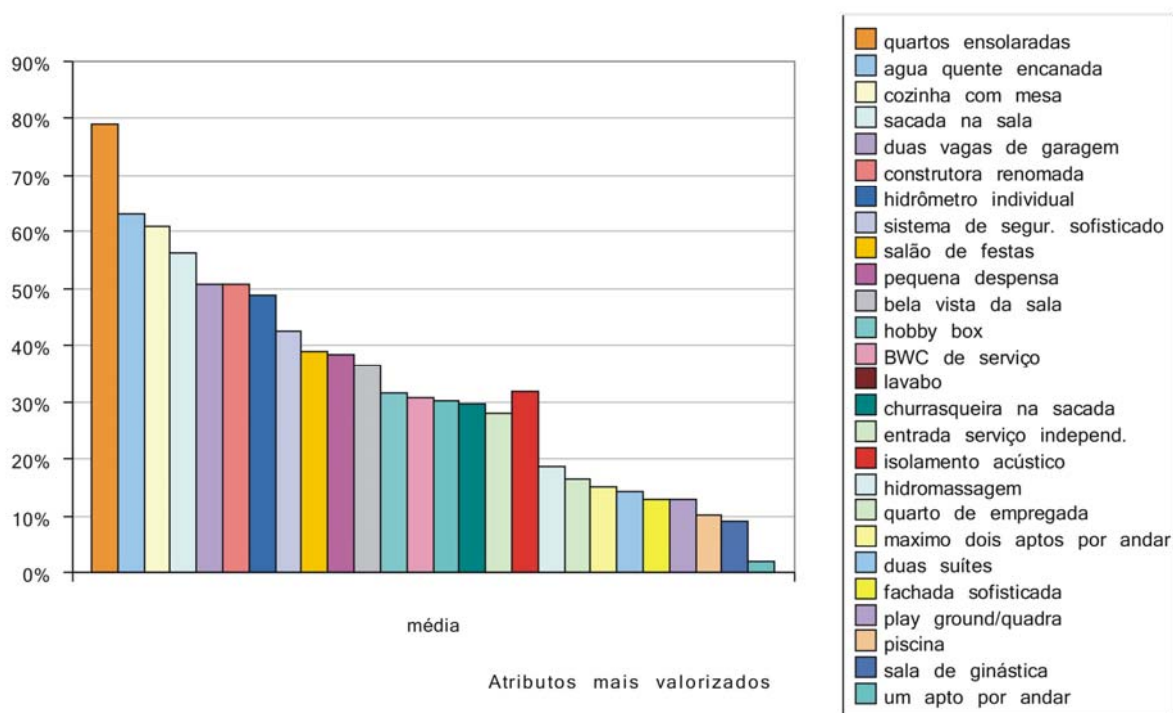


Gráfico 2.1 – Atributos mais valorizados pelos compradores de apartamentos no bairro Centro em Florianópolis. (Fonte: Fernandez, 2005)

(*) Em 2003, o atributo “banheiro com bidê” foi substituído pelo atributo “isolamento acústico”.

Em estudo similar, Lopes (2004) mapeou os atributos mais valorizados em apartamentos, com preços que variavam de 90 mil a 165 mil reais, em Porto Alegre. A autora usou os dados para a identificação de segmentos de mercado, mapeando os elementos mais importantes para cada um deles. Ao final da pesquisa, foram

⁵ FERNANDEZ, João Alberto da Costa Ganzo, 2005.

identificados sete segmentos de mercado, sendo que, em geral, os atributos mais relevantes foram: a qualidade e beleza do acabamento do condomínio, localização, negociação, área em metros quadrados padronizada, configuração básica do apartamento, corretor, densidade de moradores, preço, equipamentos e espaços opcionais do condomínio, espaços opcionais e flexibilidade do apartamento, taxa de condomínio, sacada e churrasqueira e separação dos espaços de serviço.

Para a mesma cidade, Gonzaga (2003) segmentou o mercado, identificando os compradores de imóveis residenciais de três dormitórios, com preços que variavam entre 75 e 250 mil reais, verificando suas preferências. A tabela 2.2 apresenta os atributos com a frequência com que apareceram nas respostas obtidas para um alto grau de importância em sua pesquisa.

Tabela 2.2: Atributos considerados importantes para a formação do valor segundo a análise das preferências dos consumidores

Atributo	Frequência (%)
Orientação solar	76,1
Localização	75,0
Elevador	72,7
Tipo de acabamento	70,7
Instalação de água quente	70,7
Área de serviço com espaço para a máquina de lavar e secar	67,4
Número de pontos elétricos	62,0
Idoneidade da empresa construtora	58,7
Isolamento acústico	56,5
Número de pontos hidráulicos	54,3
Uma vaga de estacionamento	54,3
Gás central	50,0

(Fonte: Gonzaga, 2003.)

Já a pesquisa de Jobim e Formoso (2005) identificou, na cidade de Santa Maria, alguns atributos considerados importantes por potenciais compradores de apartamentos. Em relação às características das áreas privativas, alguns dos atributos citados foram: dormitório de casal com banheiro privativo, espaço para refeições na cozinha, sacada, banheiro auxiliar, dormitório de empregada, sacada

com churrasqueira, despensa, entrada de serviço, dependência completa para empregada, lavabo, escritório, hall de entrada no apartamento, sala para vários ambientes de estar; sala de jantar separada e dormitório de casal com closet.

As pesquisas demonstram a importância de alguns itens para os consumidores, tais como a presença de sacada, churrasqueira, espaços amplos, orientação solar e sistema hidráulico. O isolamento acústico também figura entre os atributos citados, embora seu posicionamento não permita visualizá-lo como imprescindível, já demonstra uma preocupação dos compradores com o assunto.

2.3 Considerações

A partir do surgimento do capitalismo, os bens passaram a ter valor de troca, inclusive a habitação. Como produto, ela possui atributos que ganham ou perdem valor, dependendo de quem analisa. A fim de melhorar o desempenho das vendas, os construtores passam a concentrar seus investimentos em aspectos pontuais que auxiliem a venda de acordo com os desejos da demanda. A segmentação de mercado surge, então, com o propósito de posicionar o produto de acordo com seu público alvo. A localização, então, aparece como uma forma importante dessa segmentação, já que há a tendência de pessoas com renda e estilos de vida semelhante de ocupar o mesmo espaço na cidade. Ao mesmo tempo em que serve como atributo de segmentação é, também um dos fatores que mais influenciam a decisão de compra. O isolamento acústico, embora outras pesquisas apontem que ele seja lembrado no momento da compra, parece não ter apelo mercadológico suficiente que lhe garanta maiores preocupações por parte das construtoras, haja vista as reclamações a esse respeito, como será visto no capítulo 3, a seguir.

Capítulo 3

ISOLAMENTO SONORO

3.1 Transmissão e Isolamento Sonoro

3.1.1 Índice de redução sonora

3.1.2 Isolamento em parede simples

3.1.3 Isolamento em paredes vibrantes

3.1.4 Isolamento de salas

3.2 Normas Técnicas sobre Isolamento

3.3 Legislações

3.4 Defeitos de Isolamento e o Mercado Imobiliário

3.5 Considerações

O ruído pode ser definido como todo som desagradável ao ser humano. Mais do que uma caracterização técnica, o ruído está relacionado à reação de cada pessoa frente a ele. O homem é o maior causador, e também a maior vítima, do excesso de ruído à que é submetida à sociedade. (GERGES, 1992)

Limitar os níveis de ruído é essencial para garantir a qualidade de vida da população. Se em parte ele é proporcionado pela regulamentação das fontes sonoras, por outro ele pode ser conseguido através da normalização dos materiais e sistemas utilizados na construção civil, uma vez que suas propriedades influenciam diretamente a transmissão do som.

3.1 Transmissão e Isolamento Sonoro

As ondas sonoras podem ser transmitidas por via aérea e/ou estrutural. Quando a propagação de uma onda sonora se dá por via aérea, as ondas são ditas longitudinais, pois o sentido de propagação da onda é o mesmo do deslocamento das partículas. Quando a onda sonora se propaga através de uma estrutura, podem-

se encontrar outros tipos de ondas como as de torção, cisalhamento e de flexão. (PAIXÃO, 2002)

A transmissão sonora através de um elemento sólido acontece quando a energia sonora incidente exerce pressão na camada de ar próxima à superfície do elemento, comprimindo-o. Isso faz com que o volume de ar próximo à superfície do lado oposto seja deslocado, propagando, então, a energia sonora, como pode ser visto na figura 3.1. Além da energia que é transmitida, outros três fenômenos acontecem. Parte da energia é refletida, parte é absorvida e transformada em calor e uma última parcela de energia percorre o elemento para outras partes da estrutura, fenômeno chamado de “*flanking transmission*” ou transmissão pelos flancos. (SHARLAND, 1979)

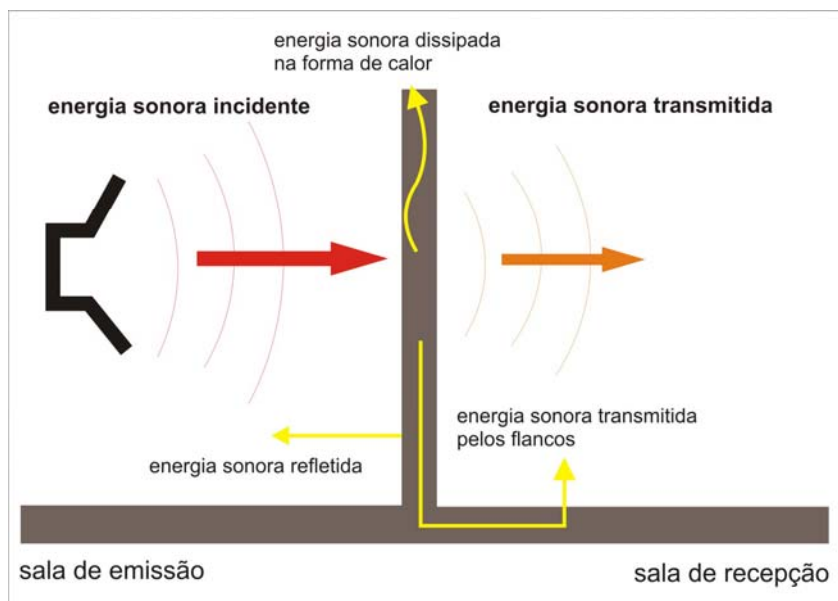


Figura 3.1: Fluxo de energia atuando em um elemento excitado acusticamente (Fonte: Sharland, 1979).

A capacidade de isolamento de um elemento está ligada diretamente a sua massa. Quanto maior a massa, maior a inércia e, portanto, maior sua capacidade de resistir ao movimento, resultando em menor transmissão de energia. Além da massa, a

rigidez e a frequência da onda incidente também influenciam na capacidade de isolamento do elemento. (SHARLAND, 1979; EGAN, 1988)

A ação de todos esses parâmetros torna complexa a predição do isolamento. Laranja e Tamagna (2002) lembram que:

O isolamento sonoro é de difícil de predição [...] sabendo-se que a transmissão sonora entre paredes, portas, janelas, etc., depende da massa superficial, rigidez à flexão, amortecimento, condições de montagem, tamanho, frequências de coincidência, frequências de ressonância, etc., a redução da transmissão pode ser explicada por várias hipóteses.

De maneira geral existem três formas para mensurar o isolamento, através da diferença de nível, da perda por inserção e do índice de redução sonora, que é o parâmetro adotado nesta pesquisa.

3.1.1 Índice de redução sonora

O Índice de Redução Sonora (R), traduzido do inglês *Sound Reduction Index* (R), também conhecido como Perda de Transmissão (PT), ou, *Transmission Loss* (TL), como conforme esclarece Fahy (1995), pode ser conceituada como a energia perdida durante a transmissão de um ambiente para o outro, através de um elemento. Quanto maior o valor de PT, menor quantidade de energia sonora transportada através do elemento e, conseqüentemente, maior sua capacidade de isolamento.

De acordo com Beranek (1992), conceitualmente, a perda de transmissão pode ser definida pela equação 3.1:

$$R = 10 \log \frac{W_t}{W_i} \quad (\text{dB}) \quad [3.1]$$

Onde, W_i é a energia sonora total incidente no elemento e W_t é a energia sonora total transmitida através do elemento.

A relação entre energia sonora transmitida e incidente é chamada de coeficiente de transmissão τ , então é possível, reescrevê-la [3.1], de acordo com a equação [3.2]:

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau} \quad (\text{dB}) \quad [3.2]$$

O índice de redução sonora depende da frequência incidente e das características do elemento, tornando-se o parâmetro mais conveniente de ser utilizado, pois independe do local de medição. (SHARLAND, 1979; REYNOLDS, 1981; FAHY, 1995)

3.1.2 Isolamento em parede simples

A introdução de barreiras no caminho de propagação do som é o método mais comum de controle da transmissão sonora de um lugar a outro. Mesmo não havendo um bloqueio total da transmissão, ela propicia a redução dos níveis sonoros entre dois ambientes. (REYNOLDS, 1981)

Na análise do isolamento acústico, um dos modelos adotados para o estudo é de uma onda plana longitudinal, com propagação unidirecional e incidência normal, atuando sobre três meios, sendo o primeiro e o último de impedância menor (que o meio II, como demonstrado na figura 3.2. Nesse modelo, considera-se desprezível a perda de energia dissipada, para o ar e para o elemento. (REYNOLDS, 1981)

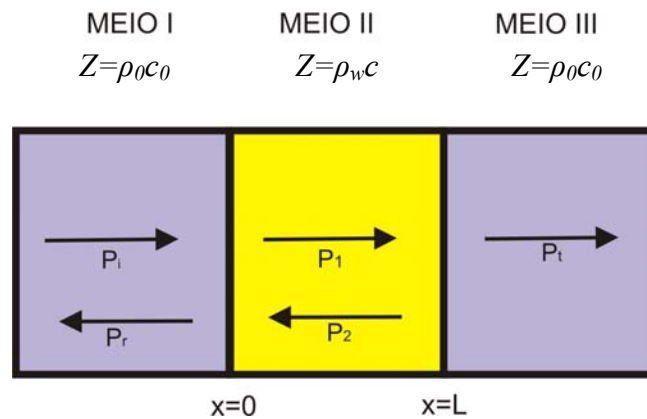


Figura 3.2 - Transmissão sonora através de três meios (Fonte: Reynolds, 1981).

Neste modelo, o índice de redução sonora é dado pela equação [3.3]:

$$R = 20\log \frac{\pi}{\rho_1 c_1} + 20\log(mf) \quad (\text{dB}) \quad [3.3]$$

Onde, $\rho_1 c_1$ é a impedância Z_1 , m a massa e f a frequência da onda sonora incidente.

Considerando que os meios I e III representam o ar, em condições normais com a temperatura de 20 °C, tem-se $Z_1 = 415$ rayls. Substituindo Z_1 na equação [3.3] pode-se simplificá-la, chegando à Lei da Massa, apresentada na equação [3.4], onde apenas a densidade do elemento, que representa o meio II, e a frequência da onda incidente determinam a capacidade de isolamento da parede.

$$R = 20\log(mf) - 42,4 \quad (\text{dB}) \quad [3.4]$$

Pela Lei da Massa, o índice de redução sonora aumenta 6 dB cada vez que a frequência ou a massa são duplicadas. Conclui-se, portanto, que altas frequências podem ser mais facilmente isoladas que as baixas frequências. É importante

salientar que a Lei da Massa deve ser aplicada com certa cautela, pois é resultado de simplificações que limitam sua utilidade. (REYNOLDS, 1981; BERANEK, 1992)

A Lei da Massa é válida para o ângulo de incidência normal à partição, entretanto, o som incide na parede advindo de todas as direções. É possível, no entanto, aplicar uma correção de 5 dB na equação [3.4], considerando uma angulação entre 0° e 78°, chamada de incidência de campo, dada pela equação [3.5]. (SHARLAND, 1979; REYNOLDS, 1981)

$$R = 20\log(mf) - 47,4 \quad (\text{dB}) \quad [3.5]$$

3.1.3 Isolamento em parede vibrante

O modelo simplificado apresentado nos itens anteriores representa uma parede rígida, onde a vibração produzida pelas ondas sonoras é ignorada. Na realidade, as paredes apresentam componentes de rigidez k e amortecimento C , levando a divisória a vibrar, quando da incidência de ondas sonoras. A vibração é de pequena amplitude, mas o suficiente para que haja a transmissão do som de um lado para outro. De acordo com a frequência incidente, o isolamento passa a ser controlado por uma das componentes da divisória, como visto no gráfico 3.1. (SHARLAND, 1979).

Quando a frequência de excitação de uma onda sonora for igual à de ressonância, a amplitude de vibração é máxima. Para frequências, abaixo da ressonância, o isolamento é ditado pela rigidez do painel, diminuindo 6dB para cada duplicação da frequência. Na região de ressonância, a perda de transmissão é controlada pelo amortecimento do conjunto.

Já na área controlada pela massa, R cresce a uma razão de 6 dB por oitava, sendo possível controlar a transmissão através do aumento da densidade da divisória.

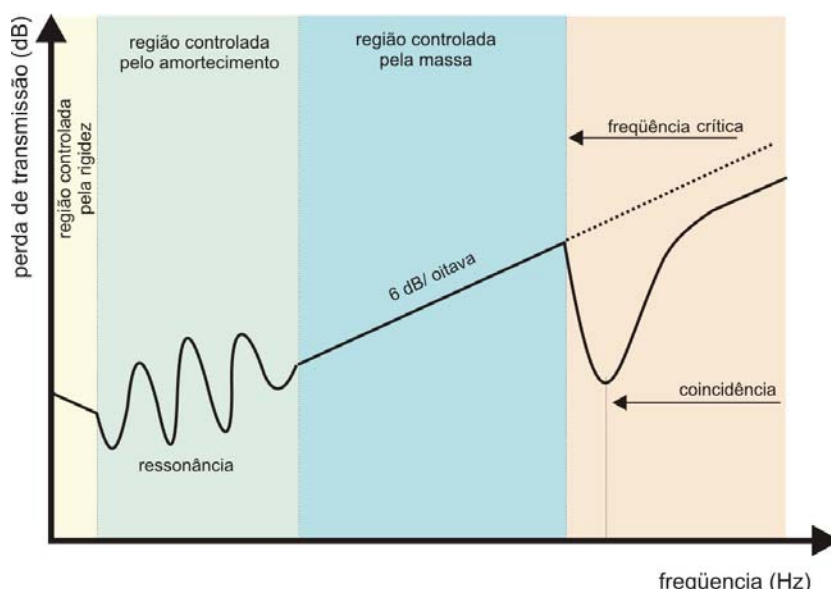


Gráfico 3.1 – Perda de transmissão em parede simples. (Fonte: adaptado de Sharland, 1979).

A frequência crítica é a menor frequência na qual se pode produzir o efeito de coincidência. A coincidência ocorre quando o comprimento da onda acústica do meio iguala-se ao comprimento da onda de flexão livre do elemento. Para frequências maiores que a frequência crítica, a Lei da Massa deixa de valer, passando à atenuação a ser controlada pela coincidência. (SHARLAND, 1979; REYNOLDS, 1981)

3.1.4 Isolamento de salas

Até este momento, tratou-se apenas do isolamento proporcionado por uma partição, com incidência direta do som. Sabe-se, entretanto, que em situações reais, as ondas sonoras se propagam em todas as direções, tanto por via aérea, como por vias estruturais, provocando um isolamento mais fraco do que o calculado. A figura 3.3

mostra os caminhos de propagação do som para duas salas adjacentes (JOSSE, 1975; INGELAERE, 2001).

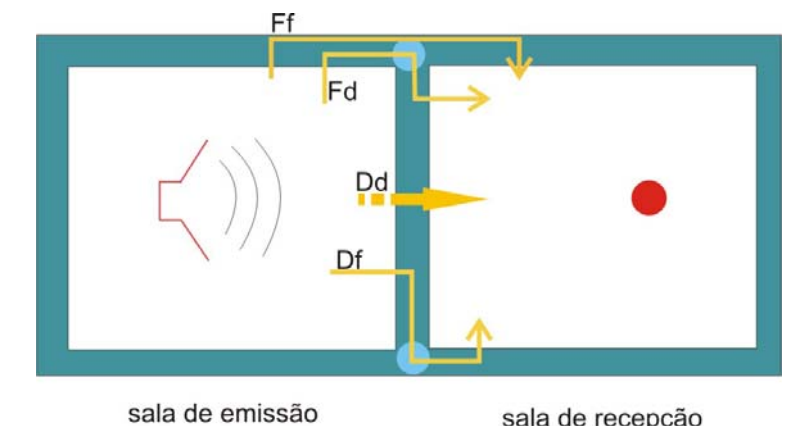


Figura 3.3 - Vias de transmissão sonora (Fonte: Ingelaere ,2001).

A via de transmissão mais significativa é a do som direto (Dd), mas outros caminhos contribuem para a passagem do som: o som incide na partição e propaga-se através da estrutura para a sala de recepção, sendo emitido por via lateral (Df); o som também atinge as paredes laterais, piso e teto, percorrendo a estrutura, sendo emitido pela parede frontal (Fd) e pelos flancos (Ff).

Segundo Cocchi e Semprini (2003), o isolamento sonoro em edifícios é afetado pelas transmissões por flancos, que ocorrem nas junções entre paredes, tetos e pisos. Ou seja, a análise de um único elemento não determina o isolamento entre ambientes, pois sempre irá haver contribuições adicionais de energia provenientes das transmissões laterais.

O Índice de Redução Sonora (R) deve ser avaliado para todos os caminhos de transmissão. Assim, além do R_{Dd} , que configura o índice para o som direto, têm-se, ainda: R_{Fd} , R_{Ff} e R_{Df} , que representam R para os demais caminhos de transmissão. É possível generalizar a equação [3.1], para:

$$R_{ij} = -10 \log \frac{W_{ij}}{W_1} \quad (\text{dB}) \quad [3.6]$$

Onde, R_{ij} é o índice de redução sonora, sendo “ i ” usado para referenciar a sala de emissão e “ j ” sala de recepção. (EN 12354, 2000)

O cálculo do isolamento acústico entre ambientes considerando além da transmissão direta as transmissões pelos flancos é tema da norma EN 12354:2000 – *Building acoustics – estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: airborne sound insulation between rooms* e é adotado nesta pesquisa para a predição do isolamento sonoro como apresentado no capítulo 5.

3.2 Normas Técnicas sobre Isolamento

Desde a Segunda Guerra Mundial o interesse pelos assuntos relativos ao isolamento sonoro vem crescendo, apoiado pelo desenvolvimento científico e pelas exigências de conforto cada vez maiores por parte dos usuários, incentivando assim, a busca de uma normatização eficiente. (COCCHI; SEMPRINI, 2003)

A normatização¹ é importante para gerar referenciais de qualidade, quando a maioria dos usuários não tem o conhecimento técnico necessário para a avaliação de determinado assunto. A conformidade com as especificações das normas, assegura ao cliente a qualidade técnica da habitação. Dessa forma Lima Jr. (1993), coloca que:

¹ É interessante distinguir o conceito de normatização e normalização. Normatizar é definido como o estabelecimento de normas e normalizar significa submeter à norma ou as normas, padronizar. (AURÉLIO, 2006).

“[...] no sentido de oferecer para o mercado um padrão referencial, com qualidade técnica referendada por um nível de conhecimento mais profundo sobre esta temática, a normalização com respeito a problemas de resistência, estanqueidade, durabilidade, etc. sempre é conveniente, desde que se admita coerência quando se constrói essas normas, no sentido de buscar níveis de atributos que resultem em preços de produtos compatíveis com a capacidade de pagamento do mercado”.

As normas então, devem garantir a segurança dos usuários sem, entretanto, onerar demasiadamente a construção de modo a inviabilizar o atendimento aos seus requisitos. Portanto, devem ser coerentes em suas exigências, correndo o risco de serem ignoradas quando não há capacitação técnica de produção ou de fiscalização, que garantam sua utilização.

Ao contrário do Brasil, a Europa, possui estudos e regulamentações bastante aprofundados a respeito do isolamento sonoro. Segundo Rasmussen (2004), as primeiras normatizações foram estabelecidas a cerca de cinquenta anos atrás. O levantamento realizado por Duarte (2005) reproduzido na tabela 3.1, é o resumo das principais normas internacionais que tratam do assunto. Nesta pesquisa será usado a EN 12354:2000 - Estimativa do desempenho acústico de edificações a partir do desempenho de seus elementos, que trata do isolamento entre ambientes considerando as transmissões laterais, além de fazer uso de alguns conceitos relativos ao número único estabelecidos pela ISO 717 - Número único a partir do desempenho acústico de edificações e de seus elementos.

No Brasil existem duas normativas principais dentro da área de acústica, a NBR 10151:2000 – Avaliação de ruídos em áreas habitadas visando o conforto da comunidade e a NBR 10152:1987 – Níveis de ruído para conforto acústico. Ainda não existem normas que estabeleçam parâmetros de cálculo do isolamento, ou mesmo os níveis mínimos aceitáveis.

Para suprir esta lacuna, está em fase de elaboração o projeto de norma 02.136.01.004 – Desempenho de Edifícios Habitacionais até Cinco Pavimentos– Partes 1 a 6. Este projeto de norma estabelece parâmetros mínimos de desempenho para as edificações em grande parte de seus aspectos, entre eles o isolamento sonoro.

Tabela 3.1 – Principais conjuntos de normas internacionais para isolamento sonoro

NORMAS	ANO	REQUERIMENTOS PARA:
Conjunto ISO 140		Medição do isolamento sonoro em edificações e elementos construtivos.
ISO 140-1	1997	Medições em laboratório sem transmissão por flancos.
ISO 140-2	1993	Precisão na determinação, verificação e aplicação dos dados obtidos.
ISO 140-3	1995	Medições em laboratório do isolamento de ruído aéreo em elementos construtivos.
ISO 140-4	1998	Medições em campo de isolamento de ruído aéreo entre salas.
ISO 140-5	1998	Medições em campo de isolamento de ruído aéreo de fachadas ou elementos de fachadas.
ISO 140-6	1998	Medições em laboratório para isolamento de ruído de impacto de pisos.
ISO 140-7	1998	Medições em campo para isolamento de ruído de impacto de pisos.
ISO 140-8	1997	Piso padrão para medições em laboratórios de isolamento do ruído de impacto em pisos.
ISO 140-9	1985	Medições em laboratório de isolamento de ruído aéreo em tetos.
ISO 140-10	1991	Medições em laboratório de isolamento de ruído aéreo de pequenos elementos construtivos.
ISO 140-12	2000	Medições em laboratório de isolamento de ruído aéreo e de impacto em salas sobrepostas separadas por um piso.
ISO 140-13	1997	Diretrizes gerais.
Conjunto ISO 717		Número único a partir do desempenho acústico de edificações e de seus elementos.
ISO 717 – 1	1996	Isolamento de ruído aéreo.
ISO 717 – 2	1996	Isolamento de ruído de impacto.
Conjunto EN12354		Estimativa do desempenho acústico de edificações a partir do desempenho de seus elementos.
EN 12354-1	2000	Isolamento de ruído aéreo.
EN 12354-2	2000	Isolamento de ruído de impacto.
EN 12354-3	2000	Isolamento de fachadas.
EN 12354-4	2000	Radiação sonora de fachadas.
EN 12354-5	>2005	Serviço de equipamento de som.
EN 12354-6	2003	Absorção em salas.

(Fonte: Duarte, 2005.)

Gonçalves et al. (2003) coloca que o Brasil possui um atraso de 15 anos em relação à regulamentação europeia e que essa iniciativa no país possui grande relevância,

na medida em que evidencia a importância do isolamento, estabelecendo padrões mínimos de desempenho a serem assegurados pelos edifícios.

3.3 Legislações

As legislações usam-se das normas para suporte de seus conceitos e objetivos, tornando-as parâmetros para as definições legais. Dessa maneira, o direito ao acesso a um ambiente seguro e salubre é garantido através das leis do Código Civil e Código de Defesa do Consumidor.

A exposição a situações de desconforto em relação ao ruído, externo ou originário dentro da própria edificação, pode ser considerada como um defeito de construção, quando o prédio não proporciona condições de salubridade aos seus moradores. O Código Civil, no artigo 618, imputa ao construtor a responsabilidade pela solidez e segurança da edificação pelo prazo mínimo de cinco anos, desde que a ação seja proposta até seis meses após o aparecimento do defeito. O artigo 112 do Código de Defesa do Consumidor reforça esta idéia, obrigando o construtor a reparar os danos causados por falhas de projeto e execução. (CARNEIRO, 2002)

As legislações, além de atentar a capacidade das edificações de prover um ambiente seguro, agem sobre o uso nocivo da propriedade. Segundo o Decreto Lei 3.688 de 1941, a perturbação do sossego alheio com: “ I - com gritaria ou algazarra; II - exercendo profissão incômoda ou ruidosa, em desacordo com as prescrições legais; III - abusando de instrumentos sonoros ou sinais acústicos; IV - provocando ou não procurando impedir barulho produzido por animal de que tem guarda”, é considerado uma contravenção à paz pública. (BRASIL, 2002)

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece, em sua Resolução nº1 de 1990, as normas a serem obedecidas no tocante à emissão de ruídos em decorrência de qualquer atividade. Esta resolução cita as NBR 10.151 e NBR 10.152, e as utiliza como referencial de projeto. A emissão de ruído deve ser controlada, mas a edificação também deve estar preparada para resguardar o morador de tais agressões.

A origem do ruído, não exime o projetista de suas responsabilidades quanto à garantia de qualidade do espaço habitado. Defeitos de conforto acústico possuem, muitas vezes, sua origem em projetos mal concebidos, cabendo ao projetista a responsabilidade sobre tal.

3.4 Defeitos de Isolamento e o Mercado Imobiliário

A baixa capacidade de isolamento gera insatisfação do morador e, muitas vezes, pode levar à desvalorização da edificação. Um estudo promovido pelo Departamento Dinamarquês de Meio Ambiente (*Danish Department of the Environment - Miljøstyrelsen*) quanto aos efeitos do ruído de trânsito em relação aos preços dos imóveis, demonstrou que as habitações atingidas por ruídos acima de 55 dB têm seus preços reduzidos de 1,2% por dB, em caso de ruas com trânsito normal e 1,6% por dB em caso de trânsito intenso. O estudo demonstrou, também, que uma casa localizada ao lado de uma via com altos níveis de ruído, pode valer 6% menos que uma casa mais distante. (Miljøstyrelsen, 2003)

No mesmo sentido, Wilhelmsson (2000) analisou a interferência do ruído de trânsito nos valores das propriedades imobiliárias em Estocolmo correlacionando o impacto

a valores monetários, concluiu haver uma redução de 0,5 a 5 % por decibel dependendo da intensidade do fluxo de veículos.

As pessoas não estão dispostas a conviver com o ruído, ao contrário, elas pagam mais pela garantia de um conforto acústico adequado. Na Suécia, um estudo desenvolvido por Rasmussen (2004) apontou que 60% da população pagaria um aluguel 10% mais alto em troca de um melhor isolamento sonoro.

As principais fontes de ruído que geram incômodo aos usuários, além do trânsito de automóveis, estão ligadas ao som de aparelhos televisores, rádios e similares, tubulações hidráulicas, batidas de porta e campainhas de telefones (GRIMWOOD, 1997). No mesmo sentido, Martins, Sahb e Neto (2004) detectaram os barulhos no piso, como andar de sapatos, objetos que caem e arrastar de móveis, além das reclamações sobre os ruídos emitidos pelas tubulações sanitárias, como as principais fontes de insatisfação dos moradores de edificações multifamiliares.

No Brasil, em geral, também, o isolamento acústico é considerado insatisfatório pela maior parte dos moradores de apartamentos. Dantas (2000) identificou que o isolamento acústico é o atributo com menor índice de satisfação entre a população moradora em edifício de três dormitórios, no bairro Centro em Florianópolis, para apartamentos novos.

Da mesma forma, Martins, Sahb e Neto (2004), em pesquisa realizada em 110 apartamentos na região de Goiânia, obtiveram os seguintes resultados em relação ao conforto acústico das habitações: 73,40% enquadraram-se na classificação como péssimo, ruim ou regular e 26,60% foram considerados bons. Não houve nenhum considerado ótimo.

Estas pesquisas refletem a insatisfação dos usuários em relação à transmissão sonora e, de certa maneira, o baixo preparo técnico das construtoras para solucionarem o problema.

3.5 Considerações

Neste capítulo foi possível verificar que a predição e controle efetivo do isolamento sonoro, são de difícil execução, uma vez que há uma série de variáveis envolvidas no processo de transmissão do som.

A norma EN 12354:2000 oferece um método de predição que leva em consideração as contribuições marginais vindas das lajes e demais paredes, produzindo um resultado mais próximo do real. Assim como esta, a maioria das normas a respeito de isolamento sonoro são produzidas em outros países estrangeiros. Foi possível perceber o atraso em que se encontra o Brasil em relação à normatização, legislações e principalmente, capacitação técnica dos profissionais do setor da construção.

Esta situação leva à insatisfação dos moradores de edifícios multifamiliares, que consideram insuficiente o nível de isolamento proporcionado pelas edificações nacionais.

Capítulo 4

METODOLOGIA

4.1 Área de Abrangência da Pesquisa

4.2 Padrões de Acabamento

4.3 Seleção da Amostra

4.4 Seleção dos Atributos

4.5 Coleta de Dados

4.5.1 Levantamento das plantas-baixas

4.5.2 Levantamento dos atributos

4.5.3 Levantamento fotográfico

4.6 Organização dos Dados Coletados

Esta pesquisa tem por objetivo verificar o isolamento sonoro de edificações com diversos níveis de investimento, verificando se há relação entre os recursos financeiros aplicados na execução de edifícios multifamiliares e a qualidade geral dos apartamentos vendidos. Assim, excluindo-se a localização como fator determinante nos custos e que os critérios de segurança, estabilidade e solidez dos prédios estejam sendo plenamente satisfeitos, procurou-se verificar se o aumento no preço de venda das unidades é acompanhado do incremento no isolamento ou se as melhorias estão concentradas apenas em alguns aspectos.

Para a investigação reuniram-se dados de onze apartamentos, distribuídos de acordo com seu padrão de acabamento. As informações coletadas referem-se aos atributos existentes nos prédios pesquisados e que estão relacionados ao aumento do investimento de maneira a elevar o padrão de acabamento da edificação, além daqueles que proporcionam informações para a predição do isolamento sonoro, conforme será visto ao longo deste capítulo.

Por restrições de tempo, os estudos concentraram-se em apenas um bairro da cidade de Florianópolis, o Centro e suas regiões limítrofes. Optou-se em estudar as edificações classificadas como multifamiliar ou residencial-comercial, pela Prefeitura Municipal, com área acima de 1500m² e cujos alvarás de construção tenham sido liberados a partir do ano 2000. Esta última restrição focalizava a pesquisa em construções novas onde haveria maior possibilidade de encontrar a aplicação de novos materiais de construção, mais finos e leves como o gesso acartonado.

4.1 Área de Abrangência da Pesquisa

Florianópolis localiza-se na região sul do Brasil, sendo a capital do Estado de Santa Catarina. Sua população é de, aproximadamente, 342 mil habitantes em uma área de 436 km², divididos entre uma região insular e outra continental. (IBGE, 2000)

Estando, grande parte da cidade situada na ilha, com características naturais marcantes, a indústria do turismo, assim como os serviços a ela acoplados, desenvolve-se como principal atividade econômica da região. (OLIVEIRA; DAL SANTO; CUNHA, 2004).



Figura 4.1: Foto da área central de Florianópolis (Fonte: pt.wikipedia.org/wiki/Florianópolis)

A cidade é composta por 12 distritos e 84 bairros. O Centro, ocupando 3 km², é a região mais desenvolvida, pois concentra grande parte dos serviços, infra-estrutura urbana e edificações. De acordo com Ilha (1998), nessa área, está a maior oferta de imóveis e variabilidade de tipologias habitacionais. Para Dantas (2000), o Centro apresenta o maior índice de velocidade de venda, sendo o mais procurado para a compra de imóveis e com maior tendência de crescimento da cidade.

A heterogeneidade sócio-econômica e urbana deste bairro, assim como a dinâmica de seu mercado imobiliário, possibilitaria maiores oportunidades de encontrar os quatro padrões de acabamento estabelecidos, o que condicionou o desenvolvimento da pesquisa nesta área. A restrição geográfica possibilitou, ainda, a diminuição da influência da localização no preço dos imóveis, enfatizando a força dos outros atributos habitacionais.

4.2 Padrões de Acabamento

Inicialmente foi necessário escolher o parâmetro que pudesse traduzir a aplicação de recursos financeiros feitos nas edificações. O padrão de acabamento foi o índice adotado, uma vez que a melhoria do acabamento⁸ deve ser proporcional aos investimentos feitos na obra.

Não há regulamentações que definam claramente o que é e como pode ser definido e quais são os parâmetros usados para sua hierarquização. Cada instituição cria o modelo mais conveniente ao seu uso, cabendo ao avaliador a determinação da classificação de cada edificação.

⁸ Acabamento, dentro da construção, é um arremate ou o que finaliza a construção, podendo-se incluir: revestimentos, aberturas, louças e metais, forrações, etc. (Fonte: Dicionário Aurélio, 2006)

A Caixa Econômica Federal (CEF), no “Manual Técnico de Engenharia” apresenta quatro variações de padrão de acabamento: alto, normal, baixo e mínimo, caracterizados, fundamentalmente, pela variação dos revestimentos internos e externos de pisos e paredes e tipologia das esquadrias. (CEF, 2005)

Já a NBR 12721:1999 – Avaliação de Custos imobiliários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio – procedimento, estabelece 8 tipologias de projeto-padrão definidas a partir da área e do número de pavimentos. Para cada uma dessas, há 4 grupos distintos de padrão de acabamento, a saber: alto, normal, baixo e de interesse social. A classificação leva em conta o tipo de pintura, abertura, revestimentos aplicados, cobertura, forro, entre outros. (NBR 12721, 1999)

Para este trabalho considerou-se conveniente o uso da relação entre nível de renda da população e padrões de acabamento. Esta analogia é possível a partir de duas premissas: [a] populações com renda e estilo de vida semelhante, tendem a ocupar as mesmas porções do espaço; [b] quanto maior o investimento por apartamento, maior o preço de venda e, portanto, a capacidade de pagamento do mercado.

Dessa forma edificações que recebem maior investimento devem possuir preços maiores e padrões de acabamento possivelmente melhores. Quanto maior a renda da população local, maiores as possibilidades de aquisição desse tipo de imóvel, dessa maneira, onde houvesse maior concentração de renda, maior seria o padrão de acabamento das edificações da área. Assim, a segmentação da cidade por nível de renda pode determinar, em uma análise inicial, onde as edificações de cada padrão poderão ser encontradas.

Sugai (2002) desenvolveu um cartograma de Florianópolis por nível de renda média do chefe da família, cujos dados são do Censo do IBGE de 1991. Entretanto, como esta pesquisa trata de edificações mais recentes, foi necessária a atualização do mapa. Para isso foram utilizadas as informações do Censo 2000, para a área do Centro como mostra, resumidamente, a tabela 4.1. (IBGE, 2003)

Tabela 4.1 – Resumo dos dados do Censo 2000 para a área central de Florianópolis.

Categorias por salário mínimo ⁹	Categorias por renda (R\$)		%	Média da renda da população (R\$)
	de	até		
acima de 20	3.021,00		39%	4.275,86
entre 12 e 20	1.813,00	3.020,00	29%	2.303,85
entre 6 e 12	907,00	1.812,00	17%	1.587,10
abaixo de 6		906,00	8%	466,64
sem dados			7%	
Total			100%	

(Fonte: IBGE, 2003)

O cartograma atualizado, apresentado na figura 4.2, possibilitou a visualização das áreas de concentração de renda e consequentemente a divisão do Centro por padrão de acabamento, através da relação: renda média acima de 20 salários mínimos (SM) equivalente a alto padrão; entre 12 e 20 SM, médio padrão e abaixo de 12 SM, baixo padrão.

Cada padrão está representado por cores, que variam do vermelho ao amarelo demonstrando o decréscimo de renda. Observa-se a concentração das áreas de alta renda nas regiões próximas a Avenida Beiramar e região central. Já a baixa renda está disposta nas regiões próximas aos morros e na Baía Sul.

⁹ A pesquisa do IBGE fornece a renda em Reais, mas a pesquisa de Sugai apresentava o levantamento por salário mínimo. Para compatibilizar estes dois resultados, dividiu-se a renda por R\$ 151,00 que era o salário mínimo na época do Censo 2000.

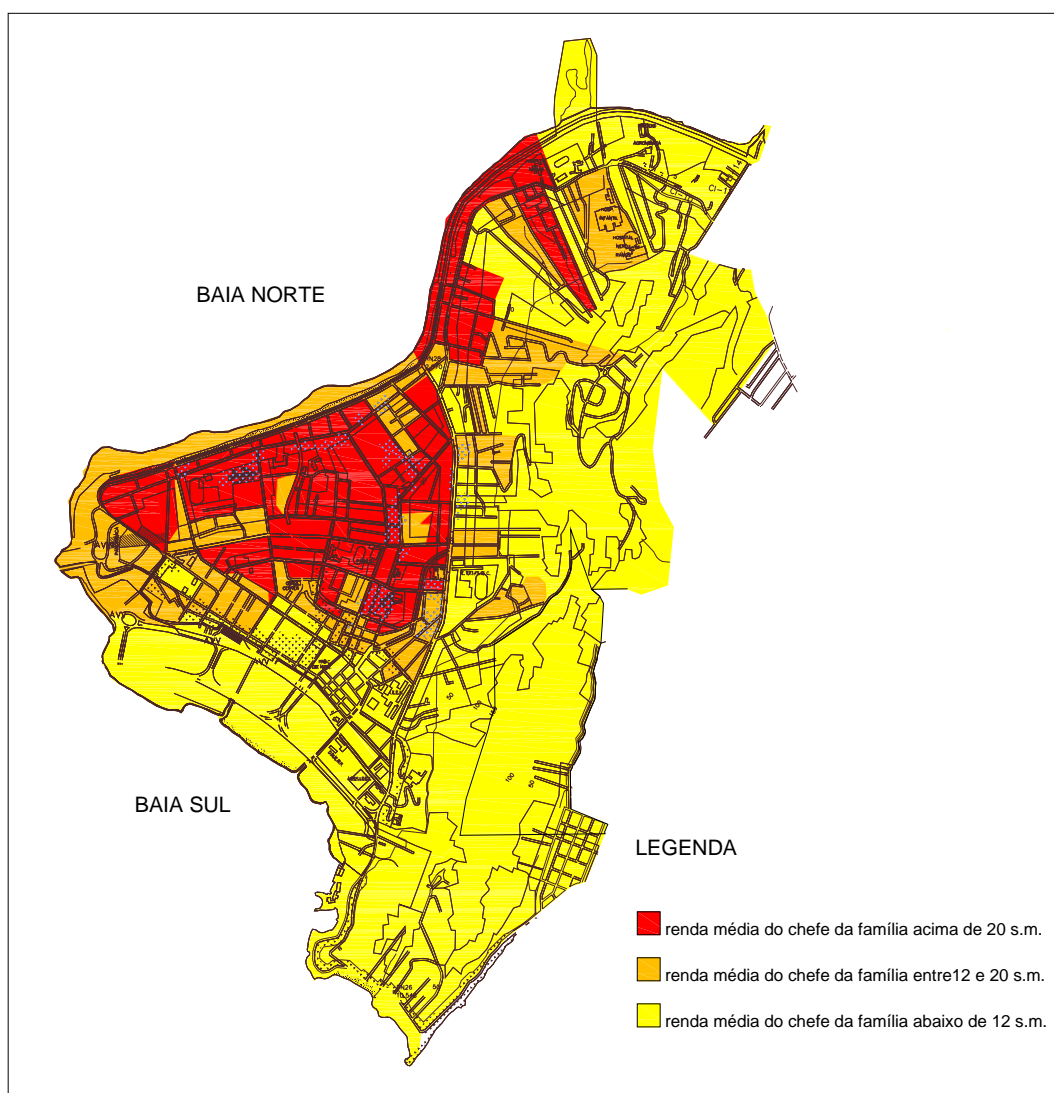


Figura 4.2: Distribuição da população por renda, na área central de Florianópolis, com base nos dados do Censo 2000. (Fonte: IBGE, 2003).

4.3 Seleção da Amostra

O SINDUSCON-Florianópolis e a Secretaria de Urbanismo e Serviços Públicos (SUSP) possuem uma lista com dados de todas as edificações com projetos aprovados e que possuem alvará de construção, o que possibilitou o levantamento de todas as edificações cujos projetos foram aprovados entre os anos 2000 e 2005. No total, 64 edificações adequaram-se ao perfil pretendido.

A partir dos endereços, foi possível a localização aproximada de cada edificação no

cartograma de renda, como apresentado na figura 4.3. É importante salientar que quando um prédio era localizado em uma área limítrofe, a avaliação subjetiva da edificação auxiliou a sua classificação.

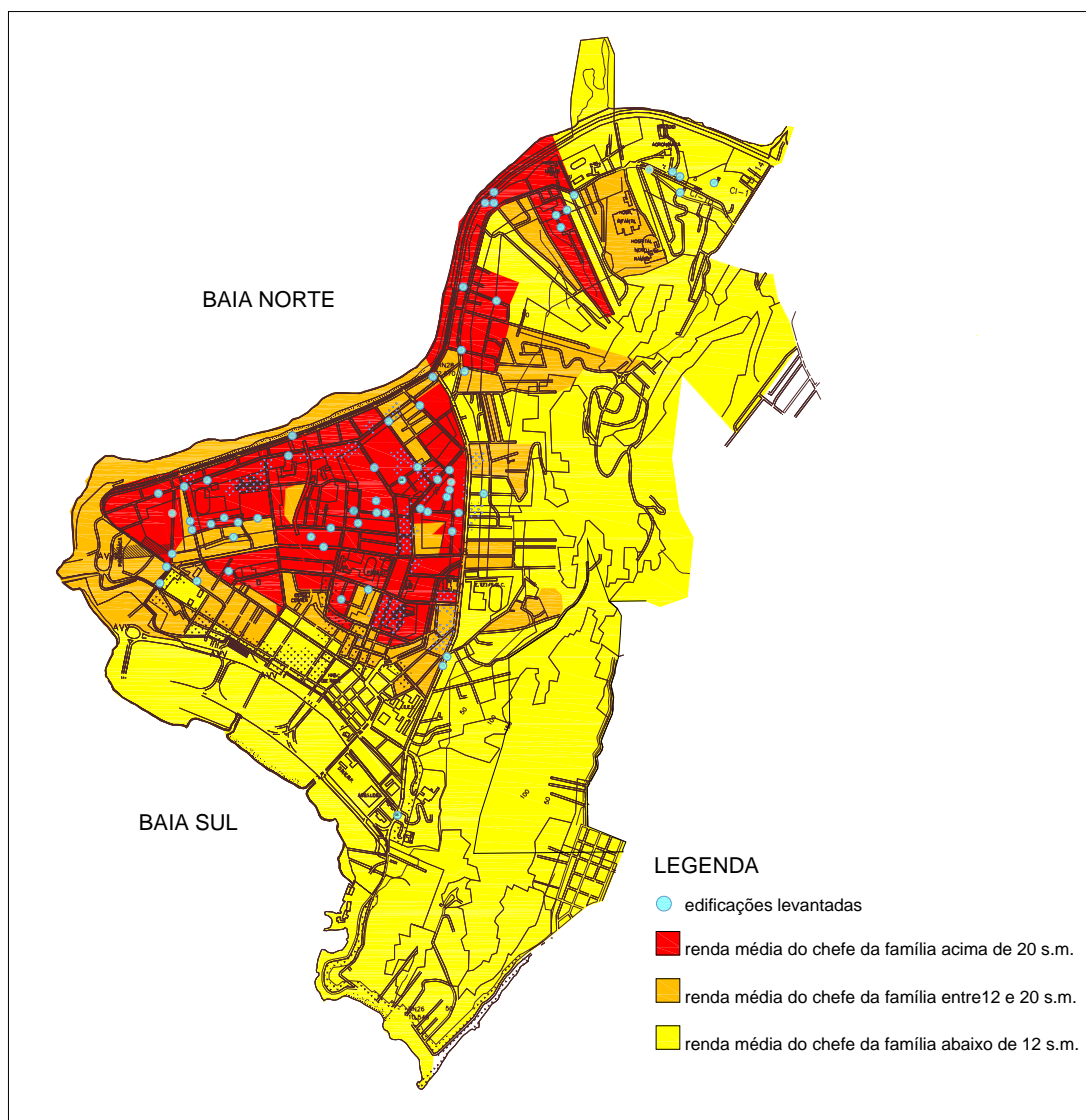


Figura 4.3: Distribuição da população por renda, na área central de Florianópolis, com base nos dados do Censo 2000.

Através da amostragem estratificada proporcional, que consiste na escolha aleatória dos indivíduos, dentro de determinados estratos, no caso os padrões de acabamento, chegou-se a uma amostra de 12 edificações do total das 64 apuradas,

ou seja, a pesquisa trabalhou com 18,7% da população, como mostra a tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Distribuição das edificações por padrão de acabamento.

Padrão de Acabamento	Renda média (salário mínimo)	Quantidade (unidades)	Amostra	Edificações Pesquisadas
Alto Padrão	Acima de 20	34	6	6
Médio Padrão	Entre 12 e 20	21	3,705	4
Baixo Padrão	Entre 6 e 12	9	1,588	2
Total		64		12

Assim, ficou definido que a pesquisa envolveria seis edificações de alto padrão, duas de médio e duas de baixo padrão e uma única edificação de padrão popular. Para todas foram levantados os atributos de investimento além das informações que possibilitam o cálculo do isolamento.

4.4 Seleção dos Atributos

Os atributos aqui apresentados possuem duas funções. Primeiro, eles caracterizam os padrões de acabamento quanto ao nível de investimento, depois servem como parâmetro de comparação entre o grau dos recursos aplicados e o isolamento acústico.

Conforme visto no Capítulo 2, os atributos que promovem o imóvel para seu público alvo, reforçando os esforços de venda, são os mais prováveis de receber investimentos. A tabela 4.3 apresenta o conjunto de atributos que foram investigados de maneira a determinar o grau de investimento nas edificações pesquisadas. Quanto maior ou melhor fosse o desempenho destes, significaria, a princípio um maior investimento no prédio.

Tabela 4.3 Atributos a serem levantados

Atributos	Observações
Área total do apartamento (m²)	
Número de apartamentos por andar	
Números de andares tipo	
Posição da entrada de serviço	Entrada de serviço distante da entrada principal; entradas lado a lado; sem entrada de serviço
Número de elevadores	
Elevador privativo	
Áreas comuns existentes	Quais as áreas comuns
Números de pontos de água quente	
Números de ambientes servidos de água quente	
Sistema de segurança	Quais os sistemas usados
Revestimento da fachada	Quais os revestimentos usados
Vagas de garagem por apartamento	Quantidade de vagas
Tipos de automação residencial	Quais os pontos para automação deixados
Tipo de ar condicionado	
Número de apartamentos duplex	
Número de suítes	
Número total de dormitórios	

O capítulo 2 também apresenta a pesquisa que Fernandez fez em Florianópolis, está passa a ser a base para a escolha dos atributos usados neste trabalho. Foram selecionados oito dos dezessete aspectos trabalhados pelo autor, a saber: [a] número de apartamentos por andar; [b] entrada de serviço; [c] áreas comuns; [d] pontos de água quente e ambientes servidos por água quente; [e] sistema de segurança; [f] revestimento da fachada; [g] vagas de garagem por apartamento; [h] número de suítes. ¹⁰(entrevista pessoal)

Ainda no capítulo 2 foram apresentadas outras pesquisas com um objetivo similar ao de Fernandez. Outros itens que figuram nestas pesquisas de preferências foram incluídos, à medida que apresentavam elementos que elevam os custos da obra ao mesmo tempo em que servem como apelo mercadológico.

¹⁰ FERNANDEZ, João Alberto da Costa Ganzo, 2005

4.5 Coleta de Dados

As informações necessárias à pesquisa dizem respeito à geometria dos apartamentos e aos atributos existentes nos prédios. A fim de organizar os procedimentos, a coleta dos dados foi dividida em três etapas, que, na medida do possível, foram realizadas simultaneamente: levantamento das plantas baixas, levantamento dos atributos e levantamento fotográfico. Cada uma delas é apresentada a seguir de forma mais detalhada.

4.5.1 Levantamento das plantas-baixas

Para a coleta de dados recorreu-se aos arquivos da SUSP, que guardam as plantas aprovadas de todas as edificações de Florianópolis. Mais do que informações sobre a geometria e os atributos, o levantamento das plantas ainda forneceu dados quanto ao endereço completo e a identificação do proprietário, do projetista e, muitas vezes, da construtora, facilitando a realização da próxima etapa.

Através da análise das plantas dos apartamentos previamente selecionados, muitos parâmetros relativos à arquitetura puderam ser determinados, mas, principalmente, possibilitou selecionar os ambientes, e consequentemente os prédios, cuja geometria das plantas se adequava às exigências de cálculo da melhor maneira possível.

Iniciou-se a pesquisa com a escolha aleatória de 30 edificações, mas oito foram descartadas já nesta primeira etapa, ou por apresentarem muita variabilidade do pavimento tipo, ou por não se encaixarem na proposta do trabalho.

4.5.2 Levantamento dos atributos

As informações sobre parte dos atributos que não puderam ser averiguados através das plantas baixas foram buscados junto aos projetistas e construtoras. A pesquisa junto a estes era também necessária para o levantamento de algumas informações de caráter técnico, principalmente quanto aos aspectos que subsidiaram a predição do isolamento.

Os 22 prédios restantes foram executados por 17 construtoras, que foram pessoalmente contatadas para apresentação da pesquisa. Caso a empresa concordasse, eram enviadas, através de *e-mails*, planilhas para coleta de dados. Apenas 8 responderam à pesquisa, as outras nove não quiseram participar, ou embora houvessem inicialmente aceitado, acabaram por não retornar o questionário. As oito construtoras participantes são responsáveis por 12 edificações, pois algumas executaram mais de uma obra.

4.5.3 Levantamento fotográfico

Os 12 prédios onde foi possível o levantamento completo dos dados foram visitados e fotografados. A visita a campo permitiu, ainda, conversar com moradores, síndicos e funcionários que auxiliaram a responder dúvidas existentes ou mesmo completar algumas informações. Além disso, a inspeção visual das edificações foi fundamental para que o padrão de acabamento inicialmente estabelecido pudesse ser averiguado.

Das 30 edificações inicialmente selecionadas, 11 foram utilizadas na pesquisa. A figura 4.7 mostra um esquema das etapas realizadas para a coleta de dados e a quantidade de edificações resultantes em cada fase.



Figura 4.4 – Esquema das etapas de coleta de dados

A fase de levantamento junto às construtoras foi a que gerou menos resultados. Os questionários eram encaminhados aos responsáveis técnicos pelas obras, que por serem profissionais que trabalham mais em campo que escritório, havia pouca disponibilidade de tempo para responder as questões. Talvez esse tenha sido um dos fatores da baixa participação das construtoras neste trabalho.

4.6 Organização dos Dados Coletados

Os atributos pesquisados, foram divididos em 3 categorias, como indica a tabela 4.4. A primeira parte da tabela apresenta os dados associados ao padrão de acabamento da edificação, chamados de Atributos de Caracterização. Em seguida estão dispostos os Atributos de Investimento que além de retratar o imóvel quanto seu padrão de acabamento, serão utilizados para comparação entre investimento e isolamento sonoro. Finalmente, o grupo dos chamados Atributos de Isolamento, que são os dados que fornecem as informações necessárias à predição do isolamento sonoro.

Tabela 4.4 – Atributos pesquisados para cada padrão de acabamento, e parâmetros para a formação do IPA.

	ATRIBUTOS	OBSERVAÇÕES	IPA
CARACTERIZAÇÃO	Área total do apartamento (m²)		Metragem quadrada
	Número de andares tipo		Valor absoluto
	Número de apartamentos por andar		Valor absoluto
	Área do apartamento/morador (m²)	Considera-se 2 moradores por dormitório	Resultado da divisão
INVESTIMENTO	Tipo de entrada de serviço		2 – entrada de serviço afastada da entrada principal; 1 – entrada próxima à entrada principal; 0 – sem entrada de serviço
	Número de elevadores		Valor absoluto
	Elevador privativo		1 – com elevador 0 – sem elevador
	Áreas comuns	Churrasqueiras, salão de festas, piscina, etc.	Quantidade de áreas comuns existentes
	Número de pontos de água quente		Valor absoluto
	Número de ambientes servido por água quente		Valor absoluto
	Sistema de segurança	CFTV, portaria, vigilância, cerca elétrica, vídeo porteiro, etc.	Quantidade de sistemas existentes
	Revestimento da fachada		4 – cerâmica e outro material; 3 – cerâmica; 2 – cerâmica e pintura; 1 – somente pintura
	Vagas de garagem por apartamento		Valor absoluto
	Automação residencial	TV a cabo, rede, cabeamento estruturado, aspiração central, persianas automatizadas, etc.	Quantidade de tipos de automação deixados
	Ar Condicionado		4 – sistema split 3 – split mais convencional 2 – somente convencional 1 – sem espera para ar
	Existência de Duplex		2 – mais de um apartamento duplex; 1 – um apartamento duplex 0 – sem apartamento duplex
	Número de suítes		Valor absoluto
	Número de dormitórios	Suítes mais quartos	Valor absoluto
ISOLAMENTO	Tipo de laje		
	Tipo de parede interna		
	Tipo de parede externa		
	Revestimento das paredes internas		
	Revestimento do piso		
	Tipo de forro		
PREDIÇÃO DO ISOLAMENTO SONORO: ruído aéreo através de parede divisória			
	R'w	Índice de redução sonora ponderado	

Para a fase de análise dos dados, foi criado um índice chamado de Índice de Padrão de Acabamento, denominado simplificadaamente de IPA. Sua função é transformar respostas qualitativas em dados quantitativos. Assim cada atributo passa a ter um valor numérico de acordo com determinada gradação. A soma dos valores dos atributos de investimento para cada prédio gerou o IPA do imóvel. Ao calcular a média dos IPA's dos imóveis de cada padrão, obtém-se o IPA médio de cada padrão de acabamento.

O objetivo do IPA não é criar um conceito de valor, mas na medida do possível quantificar um atributo. Assim sempre que possível, a quantificação foi feita diretamente, usando valores absolutos, por exemplo, a quantidade respondida para vagas de garagem, foi o mesmo valor dado ao índice.

Nos casos onde isto não era possível, o arbitramento de valores levou em consideração o custo do atributo, relacionando menores custos a menores valores de IPA. Entram neste caso: revestimento de fachadas, ar condicionado e entrada de serviço. Sob o título de IPA da tabela 4.4 constam os conceitos usados para determinação do IPA de cada atributo.

Outro índice também foi utilizado na análise, chamado de IPAA (Índice de padrão de acabamento mais área), que foi obtido somando-se a área total do apartamento e área por morador ao IPA de cada prédio, é possível obter o IPAA. Esta variação foi feita para possibilitar a análise do investimento a partir do atributo área do apartamento. Como visto no Capítulo 2 a área e a localização são fatores preponderantes na composição do preço de venda e, portanto, no investimento feito nos prédios.

Ao longo do Capítulo 5, será possível observar os resultados obtidos e as comparações feitas a partir da determinação do isolamento sonoro para cada padrão de acabamento.

Capítulo 5

RESULTADOS

5.1 Introdução

5.2 Resultado Geral de Atributos

5.2.1 Atributos de caracterização

5.2.2 Atributos de investimento

5.3 Predição de Isolamento por Diferentes Métodos

5.3.1 Método numérico

5.3.2 Método analítico

5.3.3 Validação dos métodos de predição

5.3.4 Propriedade dos materiais

5.3.5 Geometria

5.4 Resultado das Predições

5.5 Comparação entre IPA e Isolamento Sonoro

5.6 Isolamento Frente às Normas Internacionais.

5.7 Considerações Finais

5.8 Recomendações para Trabalhos Futuros

A primeira parte deste capítulo tem como objetivo apresentar o resultado dos atributos selecionados através do IPA de cada padrão. Na segunda parte do capítulo será apresentado o cálculo do isolamento acústico e os procedimentos adotados para tal.

Ao final, o resultado do isolamento é correlacionado com os IPA's levantados, possibilitando a comparação do comportamento do isolamento sonoro em relação ao investimento feito nas edificações.

Sempre que possível, as informações são apresentadas através de gráficos, visando um melhor entendimento dos resultados da pesquisa.

5.1 Introdução

Este trabalho investigou 12 edificações, divididas em 3 padrões de acabamento, distribuídas da seguinte maneira: 6 edificações de alto padrão, 3 de médio e 3 de baixo padrão.

Os dados a respeito dos nomes e endereços dos prédios são omitidos, da mesma forma que as fotos levantadas. Cada edifício, então, será denominado por uma sigla, que corresponde ao seu padrão de acabamento, seguido de um número, por exemplo, AP4 para Alto Padrão 4

5.2 Resultado Geral de Atributos

Uma visão geral dos resultados dos atributos de investimento são apresentados no gráfico 5.1 e embora não seja possível uma análise profunda de cada um dos itens, permite a visualização da tendência de queda do IPA, à medida que o padrão de acabamento diminui.

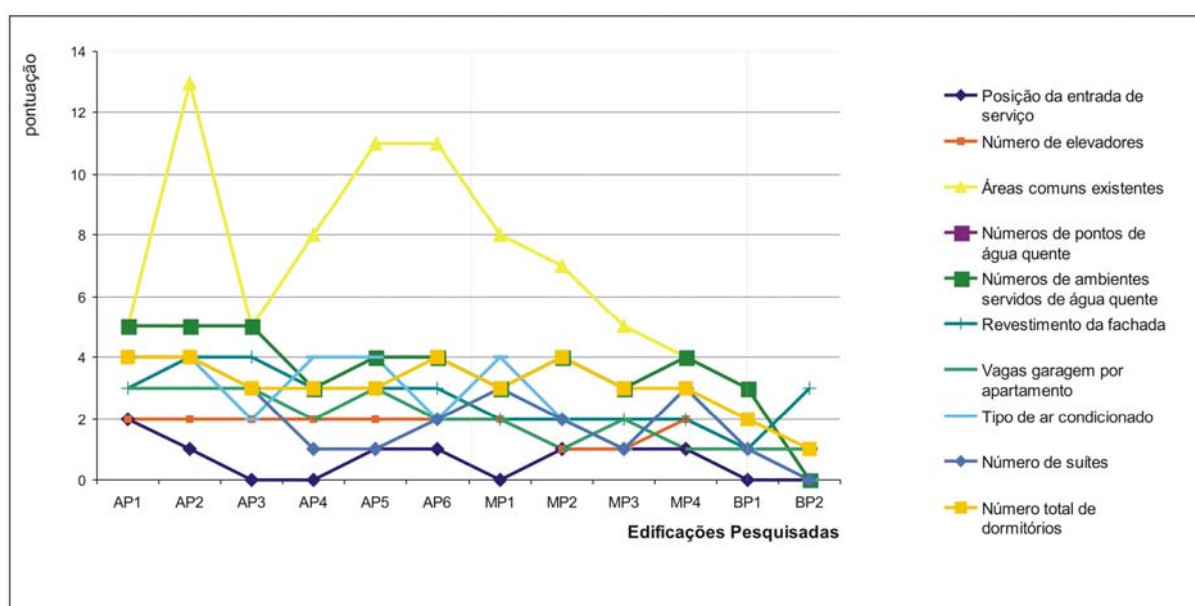


Gráfico 5.1 – Resultados gerais do IPA

Após o cálculo do IPA e IPAA para cada prédio, procedeu-se a média aritmética dos índices para cada padrão, cujos resultados podem ser vistos na tabela 5.1, para cada um dos atributos. Ainda na mesma tabela estão apresentados os resultados normalizados dos valores, este procedimento faz com que todos os resultados estejam compreendidos dentro de um intervalo de zero a um. Este artifício facilita a comparação dos dados, uma vez que permite que os itens sejam analisados dentro de um mesmo intervalo de valores.

Tabela 5.1 – IPA e APAA por padrão de acabamento

	VALORES LEVANTADOS			VALORES NORMALIZADOS		
	AP	MP	BP	AP	MP	BP
ATRIBUTOS DE CARACTERIZAÇÃO						
Área total do apartamento (m²)	145,5	115,7	47,1	1,00	0,80	0,32
Número de apartamentos por andar	2,8	3,0	5,0	0,36	0,33	0,20
Números de andares tipo	12,2	8,3	5,0	1,00	0,68	0,41
Área de apartamento por número de moradores (m²)	20,8	18,1	15,6	1,00	0,87	0,75
ATRIBUTOS DE INVESTIMENTO						
Posição da entrada de serviço	0,8	0,8	0,0	1,00	0,90	0,00
Número de elevadores	2,0	1,5	1,0	1,00	0,75	0,50
Áreas comuns existentes	3,7	1,8	1,0	1,00	0,48	0,27
Números de pontos de água quente	8,8	6,0	1,5	1,00	0,68	0,17
Números de ambientes servidos de água quente	4,3	3,5	1,5	1,00	0,81	0,35
Revestimento da fachada	3,3	2,0	2,0	1,00	0,60	0,60
Vagas garagem por apartamento	2,7	1,5	1,0	1,00	0,56	0,37
Tipo de ar condicionado	3,3	2,5	0,5	1,00	0,75	0,15
Número de suítes	2,5	2,3	0,5	1,00	0,90	0,20
Número total de dormitórios	3,5	3,3	1,5	1,00	0,93	0,43
IPA	35,00	25,00	10,50	1,00	0,71	0,30
IPAA	180,51	140,74	57,58	1,00	0,78	0,32

Observa-se que no caso do atributo “número de apartamentos por andar”, uma maior quantidade de unidades representa um fator negativo, assim aplicou-se o fator $1/x$, para o calculo normalizado.

Estes resultados estabelecem um número característico de cada padrão,

promovendo a comparação entre os atributos coletados e os resultados obtidos nas predições analítica e numérica do isolamento. A seguir é feita uma análise detalhada por grupos de atributo.

5.2.1 Atributos de caracterização

A redução da área dos apartamentos é o resultado mais claro da diminuição do padrão, caracterizando a divisão entre os 3 padrões estabelecidos. Como visto na tabela 5.1, seu IPA cai de 1 para 0,32, a maior diferença entre os quatro atributos usados para caracterização dos padrões de acabamento. Este resultado também se encontra explícito no gráfico 5.2, onde podem ser vistas as áreas de cada unidade pesquisada.

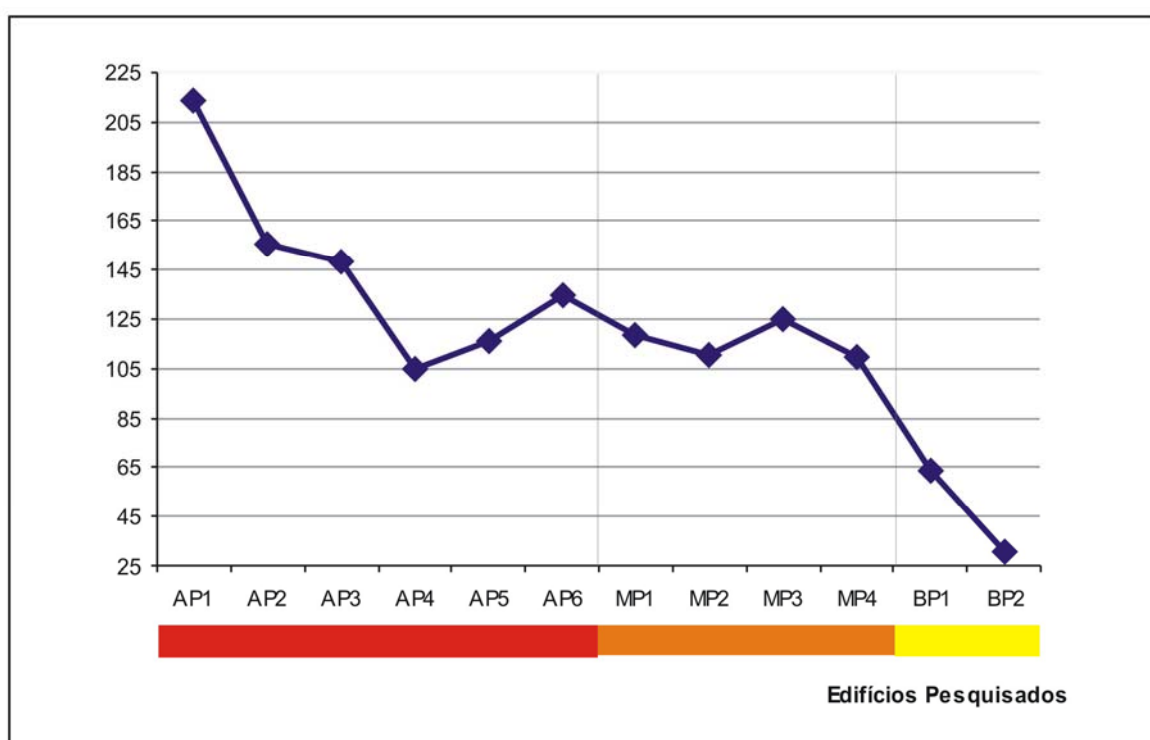


Gráfico 5.2 – Área dos apartamentos das edificações

É interessante ressaltar que os resultados mostram que alguns apartamentos de alto padrão possuem área compatível com o médio padrão, como no caso de AP 4, 5 e

6. A diminuição no tamanho dos apartamentos ocorre, algumas vezes, quando o condomínio oferece muitas áreas comuns.

Os novos condomínios possuem mais opções de lazer e entretenimento, buscando certa auto-suficiência e evitando que os usuários precisem se deslocar para realizar suas atividades, como ir ao clube, cinema ou biblioteca. No caso do AP4, por exemplo, ele possui 9 áreas de lazer comum aos moradores e aproximadamente 100 m² de área construída por unidade.

Como poderá ser visto ao longo do capítulo, estas compensações aparecem com frequência. A aplicação de recursos em alguns atributos leva a investimentos singelos em outros, que não possuem um menor apelo de venda. Ao reforçar um atributo de venda, algumas vezes outros atributos podem vir a ser sacrificados, de acordo com a prioridade do público alvo.

Embora não conste em gráfico destaca-se, também, a pontuação obtida para o número de andares tipo. As edificações de alto padrão são, em geral, muito mais altas que as outras, mas com menos apartamentos por andar, remetendo a sensação de exclusividade que os produtos de luxo, em geral, possuem.

5.2.2 Atributos de investimento

Os atributos de investimento foram divididos em grupos menores, para possibilitar uma análise mais detalhada do comportamento destes para cada padrão analisado.

O gráfico 5.3 reúne os atributos ligados à área comuns, água quente e revestimento de fachada, que apresentaram o comportamento mais próximo do esperado. Nesse caso o IPA cai à medida que diminui o padrão, ou seja, há uma redução gradativa do

investimento a cada padrão.

O item revestimento de fachada, apresenta baixa variação entre MP e BP. Uma das razões para esta baixa variação é que a região central, por mais heterogênea que seja, apresenta um determinado perfil de moradores e como o revestimento da fachada está diretamente ligado a estética do prédio, verificou-se, nas visitas as edificações, que todas elas apresentavam acabamentos de fachada similares.

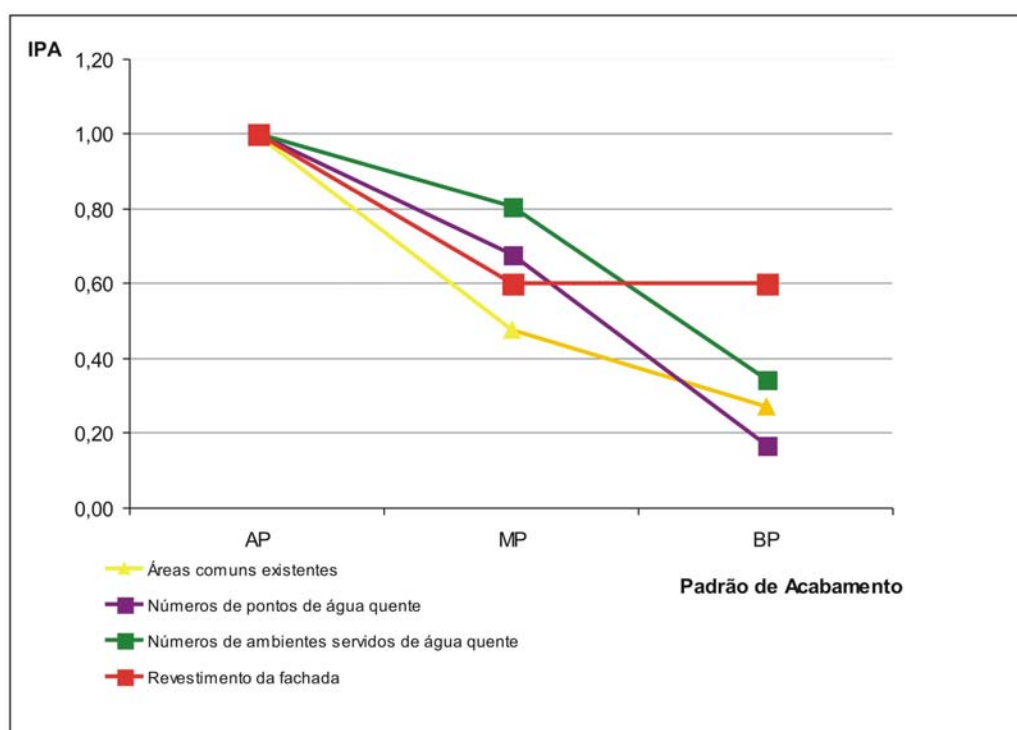


Gráfico 5.3 – IPA para áreas comuns, água quente e fachada.

O gráfico 5.4 apresenta a mesma tendência de queda para todos os itens. O item referente a entrada de serviços é bastante característico, pois os apartamentos de alto padrão, em geral apresentam a entrada de serviço afastada da entrada social, enquanto no MP a entrada de serviço é próxima a entrada principal, já o BP não apresenta entrada de serviço.

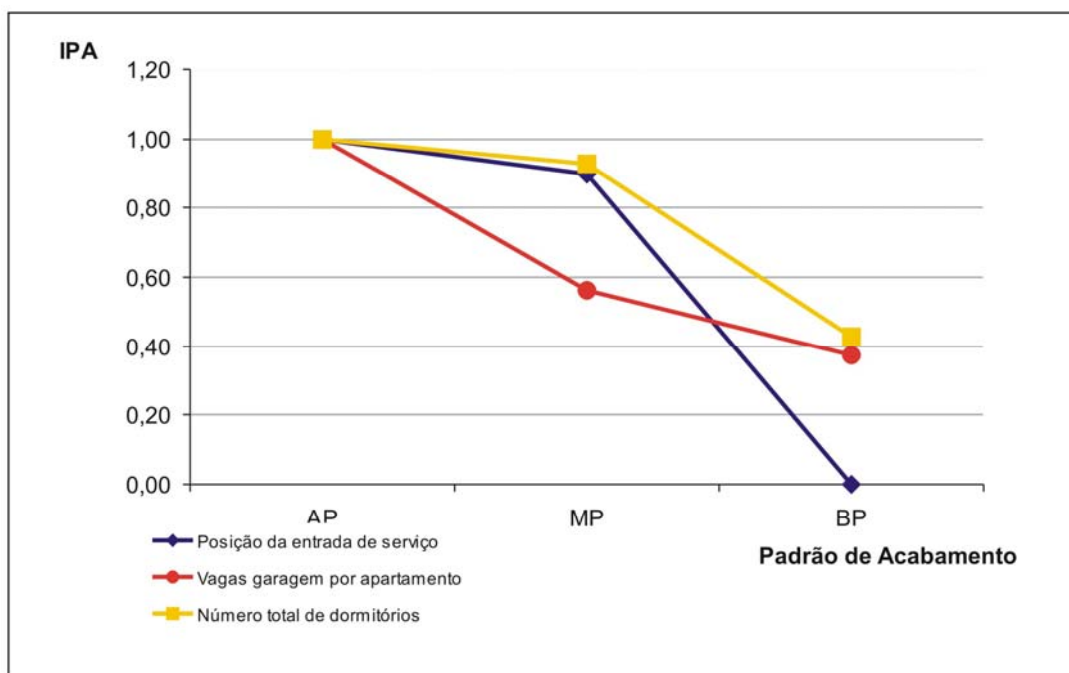


Gráfico 5.4 – IPA: garagem, dormitórios e entrada de serviço.

Os atributos apresentados no gráfico 5.5 também apresentam pouca diferença entre os padrões médio e alto, mas mantém claramente a tendência de redução do IPA.

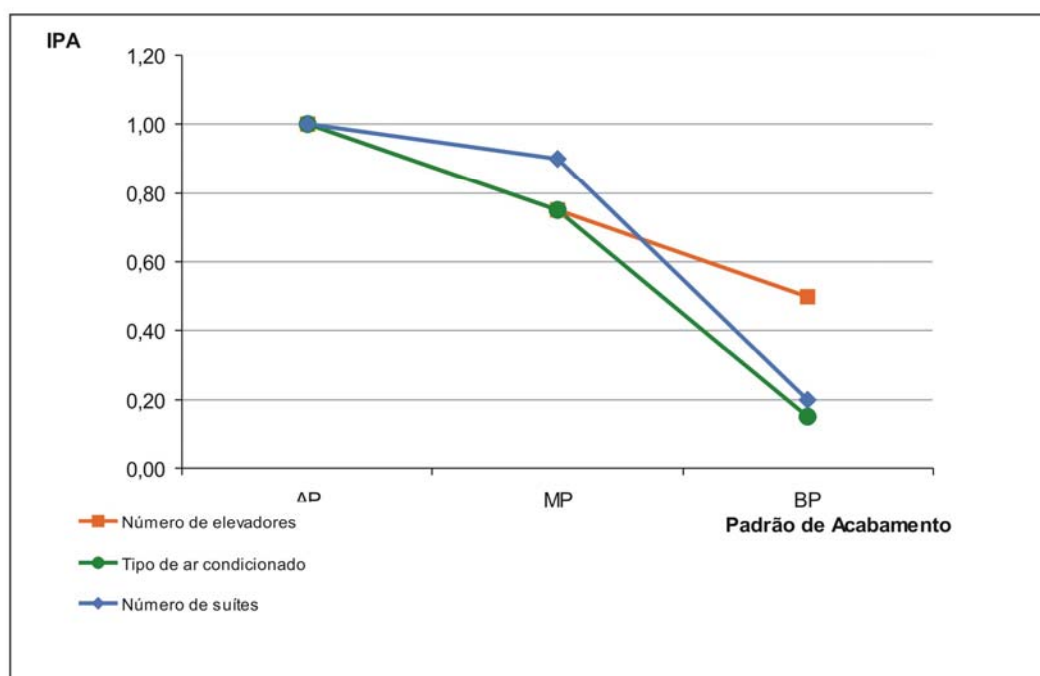


Gráfico 5.5 – IPA: ar condicionado, elevadores e suítes.

O item referente ao tipo de ar condicionado pode futuramente apresentar uma

mudança de comportamento já que o preço do sistema “split” tem reduzido com o passar do tempo, tornando-o mais acessível.

5.3 Resultado da Predição de Isolamento Acústico por Diferentes Métodos

Para a quantificação do isolamento ao ruído aéreo entre dois ambientes foram utilizados dois métodos de predição, um analítico, de acordo com o modelo simplificado da EN 12354:2000 - *Building acoustics – estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: airborne sound insulation between rooms* e outro numérico, através de simulação computacional, baseado na mesma norma.

5.3.1 Método numérico

O *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB), desenvolveu o programa Acoubat Sound 3.1, que permite simular o isolamento de fachada, de pisos, para ruído de impacto, e entre dois ambientes para ruído aéreo, de acordo com as EN 12354 *Building acoustics – estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements*, partes 1 e 2 e ISO 717 - Número único a partir do desempenho acústico de edificações e de seus elementos.

A teoria que dá suporte aos procedimentos estabelecidos por essas normas impõem restrições quanto à geometria das edificações simuladas no programa, permitido somente, a avaliação de ambientes com plantas baixas regulares, ou seja, não é possível trabalhar com ambientes que possuam larguras e alturas diferentes, pois é necessário que o tamanho da parede divisória entre os dois ambientes simulados possua exatamente a mesma medida em ambos os lados dos ambientes pesquisado. (FERREIRA, 2004)

A figura 5.1 apresenta um exemplo de tela do programa, onde aparecem a lista de materiais e os ambientes simulados, com destaque, em vermelho, para a partição estudada.

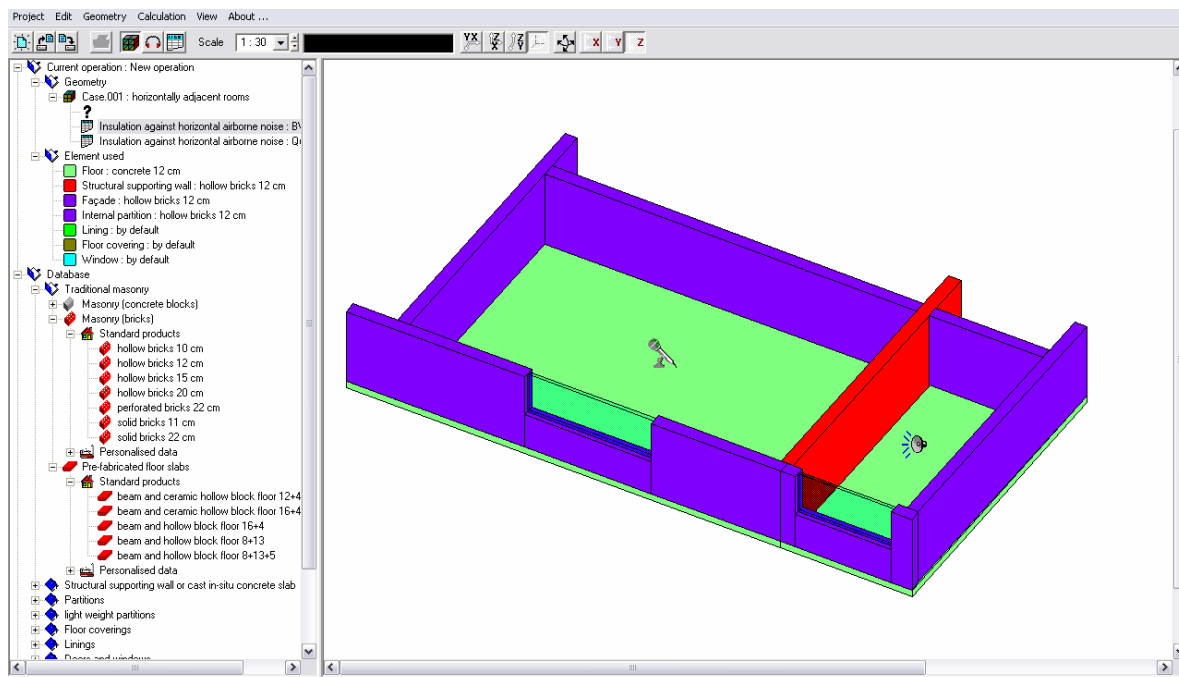


Figura 5.1 – Tela do programa Acoubat Sound, onde aparecem a biblioteca de materiais e um ambiente em simulação.

O programa *Acoubat* requer como dados de entrada, as dimensões dos ambientes de emissão e recepção do som, e ainda a definição dos materiais usados nas paredes, pisos e tetos de cada uma das salas. Para a definição dos materiais pode-se fazer uso de uma biblioteca pré-existente no programa, entretanto, os elementos apresentados são materiais tipicamente europeus. A adição de novos elementos pode ser feita desde que se conheça algumas propriedades: massa superficial (kg/m^2), espessura (m) e o índice de redução sonora (R) para as frequências solicitadas pelo programa. O programa pode gerar uma série de parâmetros como resultado, dependendo da finalidade da simulação. Para este trabalho, optou-se por prever o índice de redução sonora ponderado, $R'w$. Este índice representa o isolamento provido não somente pela parede divisória, mas integrando as

transmissões que ocorrem por via marginal, pelas outras paredes, piso e teto, obtido através de medição *in situ*.

5.3.2 Método analítico

A EN 12354:2000 - *Building acoustics – estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: airborne sound insulation between rooms* apresenta dois modelos de cálculo de isolamento, um detalhado e outro simplificado que foi aplicado neste trabalho. Este modelo prediz o isolamento através do cálculo do índice de redução sonora ponderado do ambiente ($R'w$), com base no índice de redução sonora ponderado dos elementos envolvidos (Rw). Assim todos os materiais componentes dos elementos de vedação da sala de recepção e emissão, são considerados no cálculo do isolamento. (EN 12354-1, 2000)

Da mesma maneira que a simulação, o método analítico constante na norma requer como dados de entrada as dimensões do ambiente de recepção do som e as características dos materiais que o compõe: o Rw em dB e a massa superficial em Kg/m^2 .

Adicionalmente, é preciso, também, ter determinado o coeficiente de redução de vibração, K_{ij} , que está relacionado com a energia transmitida lateralmente pelos elementos de vedação, paredes laterais, piso e teto. Este índice é obtido através de um ábaco, onde a partir da relação entre as massas da parede divisória e do painel lateral m_s/m_f , se obtêm os valores de K_{ij} .

As operações matemáticas recomendadas pela norma foram efetuadas em uma planilha eletrônica apresentada na figura 5.2. Os dados de entradas são inseridos na primeira parte da tabela em amarelo e os resultados são vistos na célula amarela

clara e azul.

A aplicação do modelo é restrita à transmissão sonora direta e pelos flancos, para elementos homogêneos, onde os materiais que compõem as vedações laterais sejam os mesmos para a sala de recepção e de emissão

Microsoft Excel - teste acoubatx12354												
Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda												
G5 fx												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Modelo Simplificado											
2												
3	H	3 m										
4	C	5 m										
5	L	4 m										
6	area da parede	12,0 m²										
7	volume da sala	60,0										
8												
9												
10	dados de entrada	elementos		junções								
11		m' (kg/m²)	Rw (dB)	ms/mf	KFf	KFd	KDf					
12	parede (s)	150	40									
13	piso (1)	260	46	0,58	3	10	10					
14	teto (2)	260	46	0,58	3	10	10					
15	fachada (3)	150	40	1,00	5	5	5					
16	parede interna (4)	150	40	1,00	9	9	9					
17												
18	aplicando equação 27/28				aplicando a equação 26							
19					passo1: -Rij.w/10	passo 2:	passo 3: Somatório					
20	parede	RDd	40 dB		-4,00	0,0001						
21		RFd=R1d	57,8 dB		-5,78	1,67062E-06	Dd	0,0001				
22		RFd=R2d	57,8 dB		-5,78	1,67062E-06	Df	1,43943E-05				
23		RFd=R3d	51,0 dB		-5,10	7,90569E-06	Fd	1,43943E-05				
24		RFd=R4d	55,0 dB		-5,50	3,14731E-06	Ff	1,94458E-05				
25	piso	RDf=Rd1	57,8 dB		-5,78	1,67062E-06	total	0,000148234				
26		RFf=R11	53,8 dB		-5,38	4,19642E-06						
27	teto	RDf=R2	57,8 dB		-5,78	1,67062E-06	R'w	38,3 dB				
28		RFf=R22	53,8 dB		-5,38	4,19642E-06						
29	fachada	RDf=Rd3	51,0 dB		-5,10	7,90569E-06						
30		RFf=R33	51,0 dB		-5,10	7,90569E-06	Calculando DnT,w	R'+10lg 0,32V/S				
31	parede interna	RDf=Rd4	55,0 dB		-5,50	3,14731E-06						
32		RFf=R44	55,0 dB		-5,50	3,14731E-06	DnT,w	40				
33												
34												
35												

Figura 5.2 – Tela para cálculo do isolamento sonoro através de predição analítica.

5.3.3 Validação dos métodos de predição

A fim de se verificar o desempenho dos métodos escolhidos, vários testes foram realizados. A predição analítica, através da planilha de cálculo, foi inicialmente testada usando os dois exemplos apresentados na EN 12354:2000, obtendo-se os mesmos resultados publicados na norma. Também foi feita uma simulação inicial no

Acoubat, com os dados fornecidos pelos exemplos que estão nas instruções do programa, gerando igualmente os resultados previstos.

Finalmente, foi feita a predição analítica usando os dados fornecidos pelo programa, nos exemplos acima citados, obtendo resultados muito próximos, com menos de 1 dB de diferença. Uma das causas desta imprecisão é o uso de um ábaco para determinação do K_{ij} ,

5.3.4 Propriedades dos materiais

Nos prédios pesquisados, os materiais encontrados foram basicamente os mesmos, independente de seu padrão. Todas as edificações pesquisadas usaram nas paredes internas e externas, alvenaria de tijolos furados, assentados em pé e rebocado em ambos os lados. Quanto às lajes, três processos distintos foram verificados: lajes pré-fabricadas, maciças e nervuradas, sendo esta última a mais utilizada.

Não foi levando em conta, no cálculo do isolamento, os materiais de revestimento uma vez que não são aplicáveis no modelo simplificado de cálculo da EN 12354: 2000, que apenas permite o cálculo com elementos monolíticos.

Como descrito no Capítulo 4, para o cálculo do isolamento é necessário a massa superficial, a espessura e o R_w de cada material. A tabela 5.2 apresenta os valores adotados obtidos através da revisão da literatura.

Para as simulações feitas no *Acoubat*, adotaram-se os materiais do seu próprio banco de dados que possuíssem propriedades similares aos usados nas predições analíticas. A tabela 5.2 também mostra a comparação entre os valores adotados

para cada tipo de predição.

Para o cálculo analítico fez-se uso das informações retiradas da bibliografia, tanto para os valores da massa específica, como R_w . Na medida do possível, recorreu-se aos dados referentes ao mesmo material levantado. Para as lajes, entretanto, não foi possível encontrar valores de R_w correspondentes. Para a laje nervurada e a pré-fabricada, como aplicadas no Brasil, foi necessário fazer aproximações a partir das informações disponíveis na bibliografia estrangeira, usando materiais similares aos nacionais.

Tabela 5.2 – Propriedade dos Materiais

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO						DADOS DO ACOUBAT				
Material	Densidade (kg/m³)	Espessura (m)	Massa (kg/m²)	R_w (dB)	R_w (dB) adotado	Material	Densidade (kg/m³)	Espessura (m)	Massa (kg/m²)	R_w (dB)
Alvenaria de tijolo furado rebocada nos dois lados	1300	0,13	169	38 (1)* 29 (2)** 45 (3) 40-43(5) 49 (6)	40	Hollow bricks	1250	0,12	150	40
Laje pré-fabricada + contrapiso (h=12 cm)	1416	0,12	170	46 – 52(1)* 44(8)	44	Beam and ceramic hollow block floor	1625	0,12 + 0,04	260	46
Laje Nervurada (h=25 cm)	1200	0,25	300	55 (4)* 47(8)	47	Beam and ceramic hollow block floor	1550	0,16 + 0,04	310	51
Laje Maciça = Concreto Armado	2500	0,12	300	52(1)* 53(4)* 49 (7)	49	Concret	2291	0,12	275	51
Referências: (1)Arizmendi (1992) (2) Ferreira (2004.) (3)Corbella, Yannas (2003) (4) Souza et al. (2003) (5) Secchi, Cellai (2003) (6) Silva (2007) (7) Templenton (1993) (8) Reynolds (1981)						* em dB(A) . ** medição em parede com vazamento acústico devido a existência de porta.				

5.3.5 Geometria

No levantamento feito, poucos prédios apresentaram dois ambientes contíguos com formatos regulares e geometrias próprias para as predições como visto na figura 5.3, ou seja, uma planta quadrangular ou retangular e com o comprimento da parede divisória (em vermelho) igual para a sala de recepção e emissão do som.

Quando a arquitetura do apartamento não apresentava estas condições, fez-se a aproximação de maneira a manter o volume da sala de recepção inalterado, modificando sua profundidade. (FERREIRA, 2004)

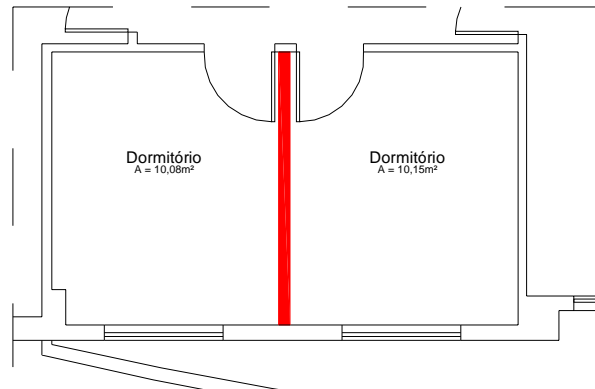


Figura 5.3 – Planta baixa dos ambientes simulados para o apartamento AP3

5.4 Resultados das Predições

Os resultados médios obtidos para o isolamento de cada padrão de acabamento estão expostos na tabela 5.3. A média dos valores de $R'w$ foi obtida através do coeficiente de transmissão (τ) médio de cada padrão de acabamento. Assim, primeiramente foi necessário calcular o τ de cada edificação, para posteriormente obter a média do coeficiente, calculando, em seguida o $R'w$ para cada padrão

O isolamento médio final, de 38,5 dB também é o resultado da média aritmética dos coeficientes de todas as edificações, considerando os dois métodos de predição

Tabela 5.3 – Resultados das predições de isolamento acústico

	AP	MP	BP	
ISOLAMENTO MÉDIO				
R'w Numérico (dB)	38,8	38,7	39,0	
R'w Analítico (dB)	38,3	38,2	38,2	
ISOLAMENTO MÉDIO POR PADRÃO				
R'w Médio (dB)	38,5	38,5	38,6	
Isolamento médio final (dB)	38,5			

O gráfico 5.6 apresenta o índice de redução sonora entre os padrões de acabamento para o método numérico e para o método analítico de predição. A variação entre os padrões de acabamento, para qualquer dos dois métodos é da ordem de 0,3 dB. Já a diferença nos resultados dos dois modelos de predição adotados são inferiores a 0,5dB. Essa proximidade deve-se ao uso do mesmo valor de R_w para a parede divisória de 40 dB e valores de massa superficial similares do elemento divisório.

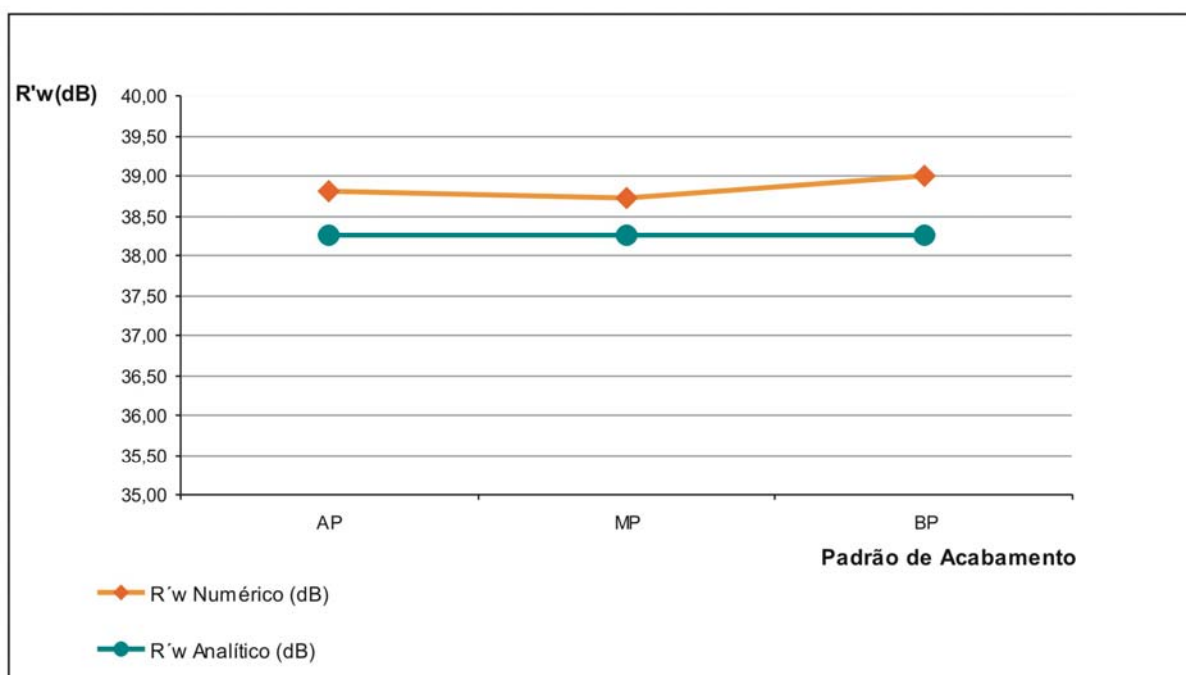


Gráfico 5.6 – Índice de isolamento médio por padrão de acabamento por predição analítica e numérica

Os resultados, como esperado, foram constantes para todos os padrões, pois o isolamento de ruído aéreo através de uma parede divisória é consequência direta das componentes desta vedação, considerando que a maior parte da energia sonora transmitida acontece por via direta D_d . As contribuições marginais, embora existam, não parecem contribuir significativamente. Como todas as paredes eram de tijolos furados, os resultados de $R'w$ foram muito aproximados.

5.5 Comparação entre IPA e Isolamento Sonoro

Fazendo a correlação entre o IPA e o isolamento sonoro, apresentado no gráfico 5.7, é possível observar que há uma queda do investimento enquanto os valores do isolamento permanecem com uma tendência praticamente constante. Dessa maneira conclui-se que o isolamento de ruído aéreo não é proporcional ao investimento, ou seja, apesar de um edifício de alto padrão possuir um custo de produção maior que outro de padrão médio ou baixo, o isolamento acústico continua o mesmo, não havendo melhoria da capacidade de isolamento das paredes.

O isolamento acústico, como discutido anteriormente, possui um alto nível de insatisfação por parte de seus moradores durante o período de pós ocupação, entretanto, ainda não é um dos requisitos valorizados pelos compradores durante a aquisição do imóvel, o que pode levar as construtoras a não investirem neste atributo.

Também foi demonstrado que não há variabilidade de materiais aplicados na estrutura e fechamentos dos edifícios pesquisados. As paredes, maiores responsáveis pela transmissão do som no caso estudado nesta pesquisa, são em tijolos furados, assentados em pé e rebocados pelos dois lados, o que representa

uma espessura de parede em torno de 12 cm.

O uso frequente desta opção pode ser associada a vasta quantidade de mão de obra capacitada para este tipo de construção, além de ser abundante é barata, assim como o material de construção em si, o que torna a opção por este tipo de fechamento muito atrativo para o investidor. Por sua vez, a contenção de custos conseguida com o fechamento em alvenaria pode favorecer a aplicação de recursos que auxiliam os esforços de venda como o revestimento da fachada.

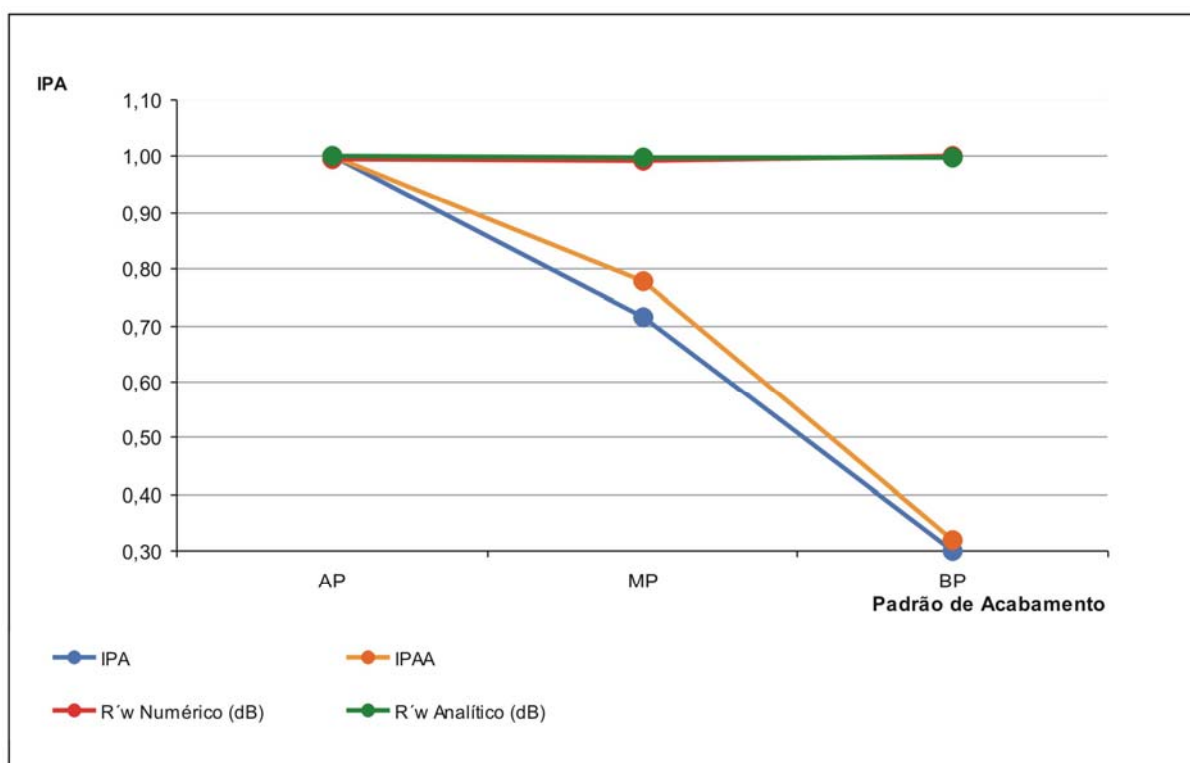


Gráfico 5.7 – comparação entre o isolamento sonoro e o investimento feito nas edificações.

Além disso, projetar, calcular, e trabalhar com materiais que auxiliem o isolamento sonoro, ainda é algo novo para o setor da construção civil no país, tanto para os projetistas quanto para os construtores, sem mencionar os próprios consumidores, que não sabem identificar o que, e como, o isolamento pode ser feito.

Os resultados encontrados nesta pesquisa apontam para a urgência com que este

assunto deve ser tratado tanto pela sociedade em geral, mas principalmente pelos construtores, arquitetos e engenheiros, que devem assegurar a salubridade das edificações à comunidade.

5.6 Isolamento Frente às Normas Internacionais.

A ausência de normas, legislações e principalmente de pessoas e entidades que estejam aptas a avaliar e fiscalizar o isolamento sonoro no Brasil contribui para falta de soluções e cuidados com o mesmo.

A fim de preencher esta lacuna e proporcionar uma melhoria geral no desempenho das edificações, a norma em elaboração CB 02:136. 01.004 – Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos, será a primeira normativa brasileira a tratar do assunto de isolamento de forma mais técnica. Ela estabelece três níveis de exigência: mínimo (M), intermediário (I) e superior (S), sendo o $R'w$ mínimo requerido pela norma brasileira entre 30 e 34 dB.

O gráfico 5.8 demonstra um comparativo entre os valores de $R'w$ estabelecidos por normas estrangeiras em relação aos valores definidos na CB 02:136.01.004, que está em vermelho. A linha amarela do gráfico representa os valor de $R'w$ médio obtido nesta pesquisa, de 38,5 dB.

Pode-se verificar que embora os resultados obtidos para o isolamento atendam os padrões exigidos pela normativa nacional, as normas européias estabelecem níveis mínimos 15 dB acima, aproximadamente.

As colunas em cinza representam os valores requeridos pelas normas européias, para casas em fita e para edificações multipavimentos. Embora os valores

apresentados no gráfico sejam referentes ao isolamento de ruído aéreo para as paredes externas, o fato desta pesquisa ter demonstrado que os materiais aplicados na componente de vedação interna dos apartamentos e nas paredes divisórias entre os mesmos sejam iguais, torna a comparação válida.

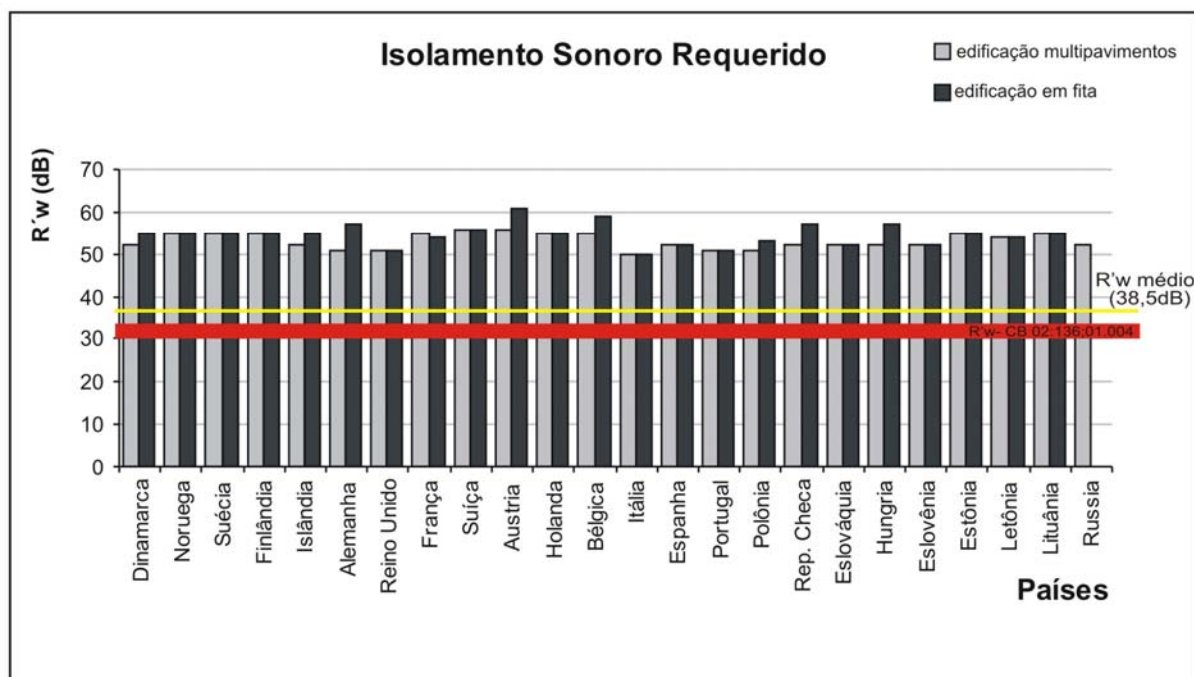


Gráfico 5.8 – Isolamento requerido no Brasil frente às normas estrangeiras (Fonte: adaptado de Garcia e Vecci, 2005; Rasmussen, 2004).

5.7 Considerações Finais

Diante dos dados levantados nesta pesquisa e do que foi discutido se fazem as seguintes considerações:

1. O isolamento acústico entre ambientes é praticamente constante para qualquer padrão de acabamento, ou seja, o seu desempenho é independente da quantidade de recursos investidos na construção de edificações multifamiliares;
2. Com $R'w$ médio de 38,5 dB, constatou-se a baixa capacidade de isolamento

das vedações brasileiras, principalmente quando comparadas aos padrões apresentados pelas regulamentações européias.

Ainda são possíveis algumas considerações secundárias:

3. Há pouca variabilidade nas construções no que diz respeito aos processos construtivos empregados. Para as paredes pesquisadas, houve a total predominância da alvenaria de tijolos furados. Vários motivos podem ser apontados para este comportamento: questões culturais, menores custos de execução e abundância de mão de obra para realização do serviço.
4. O investimento nas edificações concentra-se em grande parte em atributos que reforçam os esforços de venda e que são de fácil identificação visual, como revestimento de fachadas, áreas comuns e pontos de água quente. Estes, aliás, são atributos que melhor caracterizaram os padrões de acabamento adotados, devido à clara diferença do IPA entre eles.
5. No isolamento de ruído aéreo entre dois ambientes, a composição da parede divisória é fundamental. A predominância no uso das paredes de tijolos furados nas construções ocasiona um baixo isolamento para padrão de acabamento.
6. A norma em elaboração CB 02:136.01.004, quando comparada à suas similares estrangeiras, admite valores mínimos muito baixos para $R'w$, não contribuindo para a melhoria do isolamento sonoro, ao contrário, ratificando o baixo isolamento existente hoje, proporcionado pelas paredes das construções brasileiras.
7. Foi possível detectar uma incipiente preocupação com o isolamento sonoro por parte das construtoras pesquisadas, já que duas delas tentaram adotar

algum mecanismo para evitar a transmissão do som.

5.8 Recomendações para Trabalhos Futuros

Algumas questões levantadas por este trabalho podem ser aprofundadas ou melhoradas. O maior problema enfrentado foi a falta de informação a respeito dos materiais brasileiros. O que configura na verdade uma grande oportunidade de desenvolvimento de pesquisas, pois somente através da determinação de índices tão básicos, será possível a confirmação dos dados aqui discutidos.

Desde materiais simples como a pedra, o tijolo furado até os sistemas compostos por gesso acartonado, paredes de tijolos rebocadas, lajes nervuradas, etc são um campo fértil para estudo no que diz respeito a suas propriedades como R_w , massa específica, entre outros.

Também é interessante o desenvolvimento de pesquisa similar em relação ao isolamento de ruído de impacto nas lajes dos edifícios e a medição do isolamento das fachadas para ruído aéreo.

Ainda, considerando que a pesquisa científica desenvolvida em instituições de caráter público, deva fornecer um retorno a sociedade, espera-se que a constatação destes resultados possa incentivar o desenvolvimento de trabalhos que busquem solucionar, de maneira economicamente viável, os problemas relativos ao isolamento sonoro. Assim torna-se atraente a elaboração de uma pesquisa que vise o desenvolvimento de tijolos que possam ser economicamente viáveis, tanto em sua produção quanto em sua aplicação, ao mesmo tempo em que possam melhorar o isolamento das habitações brasileiras.

REFERÊNCIAS

AHLUWALIA, Gopal. **What 21th century home buyers wants**. Housing Economics. N 49, 2001.

ALENCAR, Cláudio Tavares de. Um modelo para formulação de estratégia empresarial no mercado residencial. Congresso internacional de tecnologia e gestão da qualidade na construção civil, 2. **Anais...** Recife, 2000.

ARIZMENDI, Luiz Jesus. **Tratado Fundamental de Acústica em la Edificacion**. Pamplona, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721** - Avaliação de Custos imobiliários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio – procedimento, Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120** – Cargas para o cálculo de estruturas em edificações, Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10151** – Avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR10152** – Níveis de Ruído para conforto acústico, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO. **Características técnicas do EPS**. Disponível em: <www.abrapex.com.br> Acesso em : 05 de janeiro de 2007.

AYR, U; et al. A new approach to assessing the performance of noise indices in buildings. **Applied Acoustics**, n. 64, p. 129-145, 2003.

BARBOSA, Eunice. **Evolução do solo residencial na área central do município de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

BARREIRO, J.; SÁNCHEZ M.; VILADRICH-GRAU, M. How much are the People willing to pay for Silence? A one and one-half bound DC CV Estimate. International Congress on Acoustics, 17. **Proceedings...** Rome, 2001.

BENÉVOLO, Leonardo. **História da cidade**. São Paulo: Perspectiva, 1993.

BERANEK, L. L.; VÉR, I. L. **Noise and Vibration Control Engineering: Principles and Applications**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992

BISTAFA, Sylvio Reynaldo. **ACÚSTICA ARQUITETÔNICA: Qualidade Sonora em Salas de Audição Crítica**

BRASIL. Ministério da Educação e Desporto. Diretrizes curriculares gerais para os cursos de arquitetura e urbanismo. Brasília, 1994.

BRASIL. Ministério da Justiça. Lei 8.078—Código de Defesa do Consumidor. Brasília, 1990. Disponível em: <http://www.mj.gov.br/DPDC/servicos/legislacao/cdc.htm>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. Política Nacional de Habitação. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Ações setoriais para o aumento da competitividade da indústria brasileira. Brasília, 200-

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei 10406 – Código Civil**, Brasília, 2002. Disponível em: http://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10406.htm > Acesso em: 21 de fevereiro de 2005.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **Notas introdutórias ao modo tecnoburocrático ou estatal de produção**. Estudos Cebrap. p77 -109, 1977.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). Manual Técnico de Engenharia. Disponível em: www.cef.gov.br > Acesso em: 21 de janeiro de 2005.

CARBIOLI, Nanci. **Fundamentos de projeto: conforto termo acústico**. Projeto Design. São Paulo, Ed. 279, maio, 2003.

CARNEIRO, Valdir de Arruda Miranda. Perturbações Sonoras nas Edificações Urbanas: ruídos em edifícios, direitos de vizinhança e responsabilidade do construtor. **Revista dos Tribunais**, São Paulo, 2002.

CARVALHO, Pompeu Figueiredo de. **Instrumentos legais de gestão urbana: referências ao estatuto da cidade e zoneamento**. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/publicacoes/TextosPDF/Pompeu03.pdf>> Acesso em: 01 de março de 2005.

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. **Acoubat Sound 3.1**, France, 2005.

COCCHI, A.; SEMPRINI, G. Sound Insulation and Flanking Transmission: from U.E. Directive 89/106 to the flanking transmission loss experimental measurement. Euronoise. **Proceedings...** Naples, 2003.

COELHO, Leandro de Oliveira; MAGALHÃES, Edmundo de Werna. A provisão habitacional e a análise de seu produto. **Boletim Técnico da USP-BT/PCC/273**. São Paulo, 2001. Disponível em: <www.publicações.pcc.usp.br/PDF/BTCAP273.pdf> Acesso em: 15 de agosto de 2004.

COMITÊ BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL – COBRACON (CB-2). **CE-02:136.1 Desempenho de Edificações**. Disponível em: <www.cobracon.org.br>. Acesso em 15 de julho de 2006.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CRAIK, R.J.M.; McPHERSON, A.; SOMERVILLE, A.W.M. The relationship between post-construction testing and sound insulation performance. **Applied Acoustics**. n.57, 1999.

D'ÁVILA, Jorge Ludouvino. Entrevista pessoal. 2007

DANTAS, Maria Lia Carvalho. **Composto mercadológico de imóveis residenciais : uma análise do ponto de vista do incorporador e do cliente**.

2000. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

DAVI AKKERMAN. Pisos Laminados [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <tpolli@hotmail.com > em 07 de fevereiro de 2007.

Di PIETRO, João Eduardo. **Conhecimento qualitativo das estruturas das edificações na formação do arquiteto e do engenheiro.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

DICIONÁRIO AURÉLIO. Dicionário on-line. Disponível em: www.educacional.com.br Acesso em > 21 de maio de 2006.

DUARTE, E. A. C. **Estudo do isolamento acústico das paredes de vedação da moradia brasileira ao longo da história.** Dissertação de Mestrado, PósARQ, UFSC, Florianópolis, 2005.

DÚVIDAS TÉCNICAS PORTOBELLO. Isolamento Acústico [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <tpolli@hotmail.com > em 18 de janeiro de 2007.

EDUARDO, Anna Rachel B.; FERREIRA, Ângela L. A.; DANTAS, Ana Caroline C.L. O conforto no ambiente construído: Origens e princípios (O caso de Natal-RN). Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 3, Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, 6, **Anais...** São Pedro, 2001.

EGAN, M. David. **Architectural Acoustics**, London: Mac Graw-Hill, 1988.

EMRATH, Paul. **Buyer preferences for groups.** Housing Economics. N 46, 1998.

EMRATH, Paul. **Explain houses prices.** Housing Economics. N 50, 2002.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 12354:**Building acoustics – estimation of acoustic performance of buildings from the

performance of elements – Part 1: airborne sound insulation between rooms, 2000.

FAHY, F. **Foundations of Engineering Acoustics**. United Kingdom: Academic Press, 1995.

FERNANDEZ, João Alberto da Costa Ganzo; HOCHHEIM, Norberto. **Localização habitacional e ciclo de vida familiar**. Seminário Internacional da LARES – Latin American Real Estate Society, 1, **Anais...** São Paulo, 1999.

FERREIRA, José Augusto. **Avaliação Acústica de Residências: resultados medidos e calculados**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

FLORIANÓPOLIS, Prefeitura Municipal de Florianópolis. Consolidação das Leis Tributárias: Lei 5054 e Lei Complementar 07/1997 e suas alterações. Florianópolis, 2004.

FREITAS, Ana Augusta Ferreira de; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann. **Linhas de Pesquisa no estudo do comportamento do consumidor: da mobilidade residencial a avaliação pós-ocupação**. Ambiente Construído. V.3 n.1, 2003;

GERGES, Samir N.Y. **Ruído: fundamentos e controle**, Florianópolis: UFSC, 1992.

GERRETSEN, Eddy. Classification of acoustic quality of dwelling - backgrounds of a renewed Dutch standard INTER-NOISE 2001, **Proceedings...**Hague, 2001.

GERRETSEN, Eddy. Prediction of sound insulation in buildings: a tool to improve the acoustic quality. In: **DAGA'03**. Aachen, 2003.

GIERKE, Hennig E. von; ELDRED, Kenneth Mck. Efeitos do ruído no homem. Tradução de: Fernando Henrique Aidair. **Acústica e Vibrações**. n.19, 1997

GIGLIO, Ernesto Michelangelo. **Contribuição ao desenvolvimento de um modelo de estratégia orientada para a satisfação do consumidor no ramo imobiliário**. 289f. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – USP, São Paulo, 2002. Disponível em: www.sinduscon-fpolis.org.br > Acesso em: 05 de setembro de 2004.

GONÇALVES, Orestes m. et al. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitação. **Coletânea Habitare**. v.3, p.43-49, 2003. Disponível em: <www.habitare.org.br>. Acesso em: 24 de setembro de 2005.

GONZAGA, Lisiane Maria Rodrigues. **Contribuição pra o aumento do nível de precisão das avaliações imobiliárias através da análise das preferências do consumidor**. 2003. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GRIMWOOD, Colin .Complaints about Poor Sound Insulation between Dwellings in England and Wales. **Applied Acoustic**. V.52, 1997

HAUSER, Sandro. **Análise de viabilidade de investimentos em empreendimentos residenciais unifamiliares em Curitiba (PR)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

IBGE, Censo demográfico 2000. Agregados por setores censitários dos resultados do universo, 2ª. Ed. Rio de Janeiro, 2003.

ILHA, João Carlos Godoy. **Análise do mercado da oferta e velocidade de venda de imóveis novos em Florianópolis-SC**.1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

INGELAERE, Bart. Isolation Acoustique entre locaux. **CSTC Magazine**, 2001. Disponível em: www.bbri.be/antennennorm/akoestiek/MAG%2020011acentrelocaux.pdf> Acesso em: 04 de novembro de 2004.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS – IPT. Bate-Papo Programado. **Avaliação técnica de novos produtos para construção de habitações**, 2002. Disponível em: <[www. ipt.br/serviços/chat/ARQ=58](http://www.ipt.br/serviços/chat/ARQ=58)> Acesso em: 16 de julho de 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Acoustics – **Rating of sound insulation in buildings and of building elements**. Part 1: Airborne sound insulation. 2nd ed. ISO 717-1. Switzerland, 1996

ITAJAÍ, Prefeitura Municipal de Itajaí. Lei Complementar nº 20 Estabelece o Código Tributário de Itajaí e da outras providências. Itajaí, 2002.

JOBIM, Margareth Souza Schimtd; FORMOSO, Carlos T. **Ferramentas para o atendimento das necessidades do cliente em empresas de construção**. Notas de Aula. Norie – UFRGS. Disponível em: www.ppgec.ufrgs.br/norie/eng01225/TextoENG01225Aula26.pdf> Acesso em 25 de novembro de 2005.

JOSSE, R. **La acústica de la construcción**. Barcelona: Gustave Gilli, 1975.

JURAN, J.M. **Juran planejando para a qualidade**. São Paulo: Pioneira ,1988.

KOTLER, P, **Princípios de Marketing**. São Paulo: Prentice Hall, 1998.

LARANJA, Rafael A. Comparsi, TAMAGNA, Alberto. **Transmissão sonora através de paredes simples**. Seminário Brasileiro de Engenharia de Áudio, 1. Belo Horizonte, 2002.

LIMA Jr., João da Rocha, Qualidade na construção civil: conceitos e referenciais. **Boletim Técnico da USP-BT/PCC/120**. São Paulo, 1993. Disponível em: <www.publicações.pcc.usp.br/PDF/BTCAP120.pdf> Acesso em: 17 de janeiro de 2004.

LIMA Jr., João da Rocha. Decidir sobre investimento no setor da construção civil. **Boletim Técnico da USP-BT/PCC/200**. São Paulo, 1998. Disponível em: <www.publicações.pcc.usp.br/PDF/BTCAP200.pdf> Acesso em: 03 de junho de 2004.

LIMA Jr., João da Rocha. Princípios para análise de qualidade de empreendimentos: o caso de empreendimentos de base imobiliária. **Boletim Técnico da USP-BT/PCC/153**. São Paulo, 1995. Disponível em: <www.publicações.pcc.usp.br/PDF/BTCAP153.pdf> Acesso em: 05 de agosto de 2005.

LOPES, Virgínia de Oliveira. **Mapa perceptual dos compradores de apartamentos em Porto Alegre**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MARTINS, Lianmar Aparecida C., SAHB, Carlos Alberto Squeff, NETO e Maria de Fátima F., Conforto acústico de apartamentos residenciais quanto ao ruído de impacto. Conferencia Latino Americana de Construção Sustentável, 1, Encontro Nacional do Ambiente Construído, 10, **Anais...** São Paulo, 2004.

MELHADO, Sílvio Burrattino; AGOPYAN, Vahan. Conceito de projetos na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle. **Boletim Técnico da USP-BT/PCC/139**. São Paulo, 1995. Disponível em: <www.publicações.pcc.usp.br/PDF/BTCAP139.pdf> Acesso em: 16 de janeiro de 2005

MEYER, João Fernando; HADDAD, Emílio. **Motivação de Escolha Residencial na Percepção dos Empreendedores**. 2001

MONTEIRO, Ricardo R, OLIVEIRA, Roberto de, **Ambiente Construído: classificação e conceituação dos elementos que conferem qualidade**. Artigo da disciplina de Análise de Projeto do PPGECC – Programa de pós-graduação em engenharia civil. Florianópolis, 2004.

MORAIS, Ludmila R. de, NOGUEIRA, Rita de Cássia C., SLAMA, Jules G. Lógica Fuzzy: Avaliação do Conforto Ambiental. Conferência Latina Americana de Construção Sustentável, 1, Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10, **Anais...** São Paulo, 2004.

MUMFORD, Lewis. **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

NAPPI, Sérgio Castelo Branco Nappi. **Análise Comparativa entre Lajes Maciças, com Vigotes Pré-moldadas e nervuradas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1993.

OLIVEIRA, Maria Carolina Gomes de. **Os fatores determinantes da satisfação pós ocupacional de usuários de ambientes residenciais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

OLSEN, Steen O. Zumbido: resultado da exposição a níveis sonoros excessivos. Nudelmann, Alberto Alencar, et al. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. Rio de Janeiro: Reiventer, 2001.

ORAL, Gül Koçlar, YENER, Alpin Köknel, BAYAZIT, Nurgün Tamer. Building envelope design with the objective the ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions. **Building and Environment**. n.39, p. 281-287, 2004.

ORDENES, Martín et.al. **Metodologia utilizada na elaboração da biblioteca de materiais e componentes construtivos brasileiros para simulações no VisualDoe – 3.1**. Florianópolis, 2003 Disponível em: www.labeee.ufsc.br/arquivo_publicações/Biblioteca_Materiais_VisualDOE.pdf Acesso em: 05 de janeiro de 2007.

ORNSTEIN, Sheila Walbe, ROMERO, Marcelo de Andrade. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. Studio Nobel, São Paulo, 1992.

PAIXÃO, D. X. da. **Caracterização do isolamento acústico de uma parede de alvenaria, utilizando análise estatística de energia (SEA)**. Tese de doutorado, Programa de pós-graduação em engenharia de produção, UFSC. Florianópolis, 2002.

PANDOLFO, Adalberto. **Modelo para avaliação de desempenho com base no valor**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PASCALE, Andréa. **Atributos que configuram qualidade às localizações residenciais: uma matriz para clientes de mercado na cidade de São Paulo**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

Patrício. J. **Acústica de Edifícios: índices de isolamento a sons aéreos utilizados no espaço europeu**. Revista de Acústica. Vol. 35, 200-

PEREIRA, Paulo César Xavier. **Espaço, técnica e construção: o desenvolvimento das técnicas construtivas e a urbanização do morar em São Paulo**. São Paulo: Nobel, 1998.

PESSOA, Flávio Henrique Moura Gurjão. **Estudo comparativo do desempenho em empresas de construção residencial de Fortaleza com diferentes níveis de investimento formal em qualidade**. Dissertação (Mestrado). 2002. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

PIMENTEL-SOUZA, Fernando. **Efeito do ruído no homem dormindo e acordado**. ESBA, 19. Belo Horizonte, 2000. Disponível em: <www.icb.ufmg.br/lpf> Acessado em: 16 de janeiro de 2005.

RASMUSSEN, Birgit. Sound Insulation between dwellings – Classification schemes and building regulations in Europe. International Congress and Exposition on noise control engineering, 33, **Proceedings...**Prague, 2004.

REYNOLDS, D. D. **Engineering Principles of Acoustics: Noise and Vibration Control**. [s.l.]: Allyn and Bacon, Inc., 1981.

ROMAN, Humberto Ramos; BONIN, Luiz Carlos. Normalização e certificação na construção habitacional. **Coletânea Habitare**. v.3, p.4-15, 2003. Disponível em: <www.habitare.org.br>. Acesso em: 24 de setembro de 2005.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal. Decreto 34.569, 1994. Disponível em: <<http://portal.prefeitura.sp.gov.br/guia/psiu/0001>> Acesso em: 01 de março de 2005.

SECCHI, S., CELLAI, G.F., Field measurements of acoustic performance of building components: the Italian context. European Conference on Noise Control, 5, **Proceedings...**Nápoles, 2003.

SHARLAND, I. **Woods practical guide to noise control**. 3rd ed. England: Woods of Colchester Limited, 1979.

SILVA, D.T. et al. **Estudo da isolamento sonora em paredes e divisórias de diversas naturezas**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em < [www](http://www.ufsm.br) > Acesso em: 12 de fevereiro de 2007.

SINDUSCON-RIO, NBR 12721 - **Avaliação de Custos imobiliários e Preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio – procedimento**, Disponível em: www.sinduscon-rio.com.br/doc/nbr12721.pdf Acesso em 24 de junho de 2005.

SINGER. Paul. Uso do solo urbano na economia capitalista. In: Maricato, Ermínia (org.). **A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial**. São Paulo: Alfa-Omega, 1982.

SOUZA et al. **Bê-a-bá da Acústica Arquitetônica**. São Paulo, 2003.

SUGAI, Maria Inês. **Segregação silenciosa: investimentos públicos e a distribuição sócio espacial na área conurbada de Florianópolis**. 2002. Tese (Doutorado). – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

TEMPLENTON, Duncan. Acoustics in the building environment. **Butterworth Architecture**, 1993.

TORRES, Genesis. **Pensando o espaço urbano**. Instituto de Pesquisas Históricas e Ciências Sociais da Baixada Fluminense. Rio de Janeiro, 2005 Disponível em:< <http://www.ipahb.com.br/opiniaio.php>> Acesso em: 01 de março de 2005.

ULMA BRASIL FORMAS E ESCORAMENTOS. Apresenta características técnicas de laje nervurada. Disponível em: <www.ulma.com.br> Acesso em: 5 de janeiro de 2007.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Estudo prospectivo da cadeia produtiva da construção civil**. Escola Politécnica com o apoio do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. São Paulo, 2002. Disponível em: <prospectiva.pcc.usp.br> Acesso em 13 de janeiro de 2006.

VAZ, José Carlos. Uso e ocupação do solo. **Dicas**, n.77, 1996. Disponível em: <<http://federativo.bndes.gov.br/dicas/D077.htm>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2005.

VERÍSSIMO, Francisco Salvador; BITTAR, William Seba Mellmann. **500 anos da casa no Brasil: as transformações da arquitetura e da utilização do espaço da moradia**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

VERONEZI, Ana Beatriz Poli, LIMA Jr., João da Rocha. Sistema de Certificação da Qualidade em edifícios de escritórios no Brasil. **Boletim Técnico da USP-BT/PCC/386**. São Paulo, 2004. Disponível em: <www.publicações.pcc.usp.br/PDF/BTCAP386.pdf> Acesso em: 16 de janeiro de 2005.

VIVEIROS, Elvira B. **Evaluation of the acoustical performance of louvre by impulse response analysis**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

WILHELMSSON, Mats. **Traffic Noise and Property Values**. Department of Real Estate and Construction Management. Stockholm, 2000.